B-1 6/7

inra

CENTRE DE RECHERCHES ZOOTECHNIQUES ET VETERINAIRES DE THEIX

PRÊTÉ À DES ORGANISMES
22. JUIL. 1983
INRA CENTRALE DE DOCUMENTATION

ISSN 0395-7519

BULLETIN TECHNIQUE

N°52 JUIN 1983

trimestriel

BTT-53

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

CENTRE DE RECHERCHES ZOOTECHNIQUES

ET VETERINAIRES DE THEIX

BULLETIN TECHNIQUE

N°52 JUIN 1983

C.R.Z.V. de Theix - 63110 BEAUMONT - Tel. (73) 92.42.63

Sommaire

Les recherches du laboratoire d'étude du métabolisme azoté
R. PION..... 5

La carence en zinc chez les ruminants
M. LAMAND..... 9

Utilisation des boues de laiterie dans l'alimentation du ruminant
P. THIVEND..... 15

Alimentation de la brebis laitière — Capacité d'ingestion et phénomènes de substitution chez la brebis Lacaune
F. BOCQUIER, C. DELMAS, M. THERIEZ..... 19

Mise à l'herbe précoce des veaux laitiers nés à l'automne. 2. Systèmes de prairies et résultats zootechniques
R. GIOVANNI..... 25

Influence de la nature de l'aliment complémentaire sur les performances de génisses recevant de la paille
J.P. DULPHY et J. BONY..... 37

La complémentation azotée des rations d'ensilage pour les vaches laitières
R. VERITE, J.P. DULPHY, M. JOURNET..... 43

L'accroissement de la production laitière : ses moteurs biologiques et socio-économiques et ses conséquences
R. JARRIGE et J.C. TIREL 53

Modernisation des exploitations en zone fromagère des Savoies au cours d'une période difficile. Analyse de l'évolution d'un groupe d'élevages sur 6 ans (1975-76 à 1980-81)
D. CAYLA, G. LIENARD, G. BAUD, J.F. BOUCHET..... 63

Sommaire des publications des chercheurs du centre parues dans les annales de l'I.N.R.A..... 83

Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1983 (52) 5-8

Les recherches du laboratoire d'étude du métabolisme azoté

R. PION

Laboratoire d'Etude du Métabolisme azoté

Le laboratoire d'étude du Métabolisme azoté appartient au département ''Nutrition'' de l'I.N.R.A., et sa finalité est de poursuivre des recherches sur la nutrition azotée aussi bien chez le monogastrique que chez le ruminant, en utilisant dans chaque cas l'animal qui paraît le mieux adapté à l'étude d'un problème donné, en vue de tirer le maximum d'enseignements de la comparaison des résultats obtenus sur différentes espèces.

De nombreuses années s'étant écoulées depuis la précédente présentation de nos travaux dans ce bulletin (PION, 1974a) (1), nous exposerons les orientations des principales recherches en cours et leurs perspectives d'avenir, après avoir rappelé les données sur lesquelles elles sont basées.

Intérêt des recherches sur le métabolisme azoté

L'organisme de l'homme comme celui des animaux maintient ses structures tissulaires au prix d'un renouvellement constant de leurs protéines. Ce renouvellement s'effectue pour une part grâce à la réutilisation des acides aminés provenant de la dégradation des protéines à renouveler, mais nécessite également l'apport d'acides aminés par l'alimentation. Il en est de même pour la production de nouveaux tissus au cours de la croissance ou de la gestation, la sécrétion de lait, la production d'enzymes et de certaines hormones, ainsi que celle des phanères (toison, sabots...).

Parmi ces acides aminés, un certain nombre, appelés acides aminés indispensables, se sont synthétisés que par les végétaux (et par les bactéries du rumen) et doivent être fournis en quantités convenables. Les autres peuvent provenir directement de l'alimentation ou être synthétisés dans l'organisme à partir d'autres acides aminés ou de composés azotés plus simples.

Les protéines des végétaux peuvent contribuer directement à l'alimentation azotée de l'homme, mais ont souvent une composition en acides aminés indispensables médiocre, comme c'est le cas pour les protéines de céréales, ou sont associées à des structures glucidiques qui limitent leur utilisation digestive, comme c'est le cas pour l'appareil végétatif des plantes, ou à des substances toxiques ou anti-nutritionnelles (légumineuses). C'est pourquoi l'homme est généralement consommateur de protéines animales sous forme de viande, de produits laitiers, d'œufs, dont la composition se rapproche de ses besoins, et qui sont généralement bien utilisées au niveau digestif avec ou sans cuisson. Malheureusement, la transformation des protéines végétales en protéines animales se fait avec un rendement très faible, puisque la production d'un kilo de protéines animales nécessite la consommation de 4,5 kg de protéines végétales dans le cas du poulet ou la production d'œufs, de 8 kg dans le cas du porc et de 15 à 20 kg dans le cas des ruminants qui présentent il est vrai l'avantage de pouvoir consommer des produits inutilisables par l'homme et les animaux monogastriques. (Ces estimations sont faites en englobant dans le coût de production celui des animaux reproducteurs).

L'augmentation constante dans les pays développés de la part des protéines animales dans les protéines consommées a pour conséquence une diminution des ressources totales en protéines pour l'ensemble de la population du globe, et à l'échelon national une augmentation régulière des importations des protéines végétales destinées à l'alimentation animale.

Il est donc nécessaire pour freiner l'augmentation du déséquilibre entre les besoins de la population et les disponibilités, qui se manifeste dans les pays les moins développés, d'améliorer le rendement de la transformation

(1) PION R., Bulletin Technique C,R,Z,V. Theix, INRA 1974, 16, 31-38.

des protéines végétales en protéines animales, et les possibilités d'utilisation directe par l'homme des protéines végétales, tout en assurant au mieux la satisfaction des besoins de l'homme par une meilleure adaptation des aliments qu'il consomme à ses besoins.

Il faut pour cela augmenter nos connaissances sur les différentes étapes des processus qui vont de la consommation des aliments à la synthèse protéique, et des études physiologiques approfondies, portant aussi bien sur l'utilisation digestive des aliments protéiques que sur les différents facteurs qui conditionnent le déterminisme des besoins en acides aminés, sont un préalable nécessaire à la réalisation d'objectifs plus appliqués. Nos animaux expérimentaux, qu'il s'agisse d'animaux de laboratoire ou d'espèces présentant un intérêt zootechnique, sont utilisés en vue d'améliorer nos connaissances sur leur physiologie, et sur les techniques d'alimentation animale, mais aussi sur la qualité des aliments de l'homme. Ils peuvent également souvent servir de modèles ayant des applications en physiologie humaine.

Orientations des recherches

Les travaux du Laboratoire portent sur les différentes étapes de l'utilisation des matières azotées alimentaires à partir de la digestion pour assurer la satisfaction des besoins en acides aminés des tissus.

- **Digestion chez le monogastrique et le préruminant** (E. COMBE, P. PATUREAU-MIRAND, E. MENDES PEREIRA, R. PION)

Les protéines alimentaires sont mélangées dans le tube digestif à des protéines d'origine endogène, provenant en particulier des sécrétions digestives individualisées et des desquamations de la muqueuse. Celles qui n'ont pas été digérées dans l'intestin pour contribuer à l'apparition dans le sang de la veine porte d'acides aminés libres vont être utilisées par la microflore intestinale particulièrement développée dans le caecum pour la synthèse de ses propres protéines, en proportion plus ou moins grande en particulier en fonction des quantités d'énergie disponible à ce niveau sous forme de glucides non digérées ou partiellement digérés dans l'intestin grêle. Les quantités de matières azotées ''apparemment indigérées'' excrétées dans les fèces peuvent donc avoir des significations bien différentes selon les proportions respectives des protéines alimentaires effectivement indigérées, de corps microbiens provenant de la flore intestinale ou de matière azotées d'origine endogène.

Les travaux réalisés au laboratoire concernant la digestion portent surtout sur le rôle de la flore intestinale, et sur les possibilités de digestion et de réutilisation des matières azotées d'origine endogène, en particulier grâce à la comparaison d'animaux axéniques (rats, agneaux) et holoxéniques*. Les conclusions de ces travaux sont malheureusement partiellement limitées par une modification importante des caractéristiques physiologiques du tube digestif sous l'influence de l'absence de flore, et nous étudions actuellement la possibilité de remplacer les animaux axéniques par des animaux dont la flore a été détruite par les antibiotiques.

Ces travaux trouvent leur application dans l'étude de l'utilisation de diverses sources de protéines par les jeunes ruminants, de la valeur nutritive de divers protéagineux (féveroles, pois, lupins) et de celle de concentrés protéiques ou des protéines texturées destinées à l'alimentation humaine, et plus récemment de l'influence de la cuisson sur la valeur nutritive de la viande de bœuf.

- **Digestion chez le ruminant** (C. CHAMPREDON, R. PION, A. NAUDIN).

Les microorganismes du rumen ont pour particularité en ce qui concerne les matières azotées de les transformer profondément : les acides aminés peuvent être désaminés et décarboxylés, et la flore bactérienne utilise en particulier l'ammoniac provenant de leur dégradation ou de l'urée, recyclée par la salive ou provenant de l'alimentation, pour synthétiser ses propres acides aminés. Les protéines arrivant dans l'intestin et susceptibles d'y être digérées par les enzymes de l'animal hôte sont donc constituées d'un mélange en proportions variables de protéines alimentaires ayant échappé à la dégradation dans le rumen et de protéines bactériennes, et leur composition en acides aminés peut donc être bien différente de celle de l'aliment ingéré. Le résultat de la digestion dans le rumen a été estimé par l'étude de la composition des contenus digestifs, et par la mesure quantitative de l'apport de certains nutriments dans le sang porte (Thèse J.L. BARRY). Nous avons contribué en particulier à l'étude de l'utilisation de protéines tannées en vue de les protéger de l'attaque dans le rumen, et à celle, réalisée grâce à l'utilisation de traceur radioactif, de la méthionine, acide aminé présent en quantité trop faible dans les protéines bactériennes en particulier pour la production laitière et pour celle de la laine.

- **Etude des teneurs en acides aminés libres tissulaires** (R. PION, P. PATUREAU-MIRAND, E. MENDES PEREIRA, C. CHAMPREDON, J. PRUGNAUD)

L'organisme animal est le siège d'échanges d'acides aminés entre les ''pools'' plasmatiques et tissulaires, alimentés par les apports du tube digestif et les apports endogènes, et fournissant les acides aminés pour les différentes voies métaboliques, y compris celles qui conduisent à leur catabolisme. Les teneurs en acides aminés libres du sang ou des tissus résultent donc à chaque instant de la différence entre les apports et les utilisations, et il nous a été possible d'établir pour un certain nombre d'entre eux des relations entre leur teneur dans le sang total et dans le muscle, et les apports alimentaires. La grande amplitude des variations observées peut être utilisée aussi bien pour l'estimation de l'utilisation des acides aminés d'un aliment chez un animal dont les besoins sont bien connus que pour l'estimation des besoins des animaux ingérant des régimes dont la composition est parfaitement déterminée. En outre, l'extension aux ruminants des résultats obtenus chez le monogastrique permet

* animaux respectivement dépourvus de flore ou en possédant une.

une estimation indirecte de la satisfaction des besoins en certains acides aminés d'animaux consommant différents régimes. La validité de cette interprétation a été vérifiée en utilisant chez des chèvres laitières des perfusions d'acides aminés de longue durée dans le sang.

L'étude des teneurs en acides aminés libres du sang et du muscle est utilisée chez le rat pour les différents aliments cités pour l'étude de la digestion. La mesure des teneurs en acides aminés libres du sang, ne nécessitant qu'une simple prise de sang, et permettant d'étudier l'évolution du besoin même au cours de périodes de temps très courtes, a été utilisée en particulier pour l'estimation des besoins en acides aminés du veau et de l'agneau préruminants, ainsi que pour l'étude du sevrage du veau.

Ces travaux mettent particulièrement en évidence l'intérêt qu'il y a à utiliser conjointement des animaux de laboratoire et différentes espèces d'animaux de ferme : les résultats obtenus sur rat ont servi de base à des travaux réalisés sur des animaux de ferme, monogastriques et préruminants, et l'ensemble des données ainsi obtenues a permis la mise sur pied de méthodes d'étude de la nutrition azotée des ruminants qui ont eu de nombreuses applications.

- **Etude des différentes voies du métabolisme des acides aminés** (M. ARNAL, C. OBLED, D. ATTAIX, P. PATUREAU-MIRAND, C. CHAMPREDON, E. COMBE, J. PRUGNAUD)

Une des particularités du métabolisme des acides aminés est l'importance des quantités mises en jeu dans l'organisme par rapport aux apports alimentaires (ARNAL et FAUCONNEAU, 1977) (2). De même les quantités de protéines retenues par jour par l'animal en croissance sont beaucoup plus faibles que les quantités réellement synthétisées compte tenu de la dégradation permanente des protéines. En outre, le rendement de fixation des acides aminés, élevé au début de la croissance, diminue rapidement avec l'âge, et devient très faible en fin de croissance. Il est donc permis de penser que la connaissance des parts respectives des différents flux d'acides aminés (synthèse et dégradation des protéines, apport alimentaire, catabolisme des acides aminés) peut servir de base à l'étude des possibilités d'amélioration du rendement de l'utilisation des acides aminés.

Les travaux déjà effectués au laboratoire ont été surtout orientés sur la mesure, grâce à l'utilisation d'acides aminés marqués, de la vitesse de renouvellement des protéines de différents organes, en fonction des conditions nutritionnelles et au cours du développement chez le rat et l'agneau.

Les mesures ont eu en premier lieu pour but de faire le bilan des synthèses dans un organe ou un tissu, et de comparer les organes ou tissus entre eux. Les travaux sont orientés maintenant dans certains cas comme l'étude du tube digestif de l'agneau vers des études plus analytiques, grâce à la mise au point d'une technique rapide de séparation des cellules de la muqueuse intestinale (entérocytes). La mesure directe de la dégradation des protéines pour lesquelles il n'existe que peu de méthodes, a été réalisée dans des cas particuliers. La mesure du catabolisme oxydatif des acides aminés (mesure du Co_2 radioactif excrété après injection d'un acide aminé marqué) a été développée plus récemment mais est opérationnelle actuellement. Ces travaux sont particulièrement orientés actuellement vers l'étude du tube digestif au cours du développement chez l'agneau, celle du métabolisme de l'agneau au cours des premières heures de la vie, et celle du métabolisme de la chèvre laitière et de son évolution au début de la lactation.

- **Etude des facteurs hormonaux** (J. GRIZARD, M. BALAGE).

Ils jouent bien entendu un rôle prépondérant dans la régulation du métabolisme des acides aminés. Leur étude a été limitée dans un premier temps à celle des relations entre insuline et glucagon et métabolisme des acides aminés, en particulier dans le cas de carence énergétique ou azotée, et en fonction du rythme alimentaire. Les principaux travaux de base ont été effectués chez le rat en croissance, l'agneau ruminant et le veau préruminant, qui ingère ses repas en un temps très court, ainsi que chez les brebis (gestation, lactation).

Les travaux comportent deux volets, l'influence de l'alimentation sur l'insulinémie et l'influence de l'insuline et du glucagon sur le métabolisme des acides aminés. Ils associent des mesures au niveau de l'animal (teneur sanguine, taux de clairance métabolique, effets sur la glycémie et l'aminoacidémie) et des mesures analytiques réalisées *in vitro* (étude des récepteurs dans les membranes plasmiques de foie). Les résultats acquis sont complémentaires de ceux des diverses mesures concernant les différentes voies du métabolisme des acides aminés ; ils seront complétés par la poursuite des travaux concernant l'insuline et le glucagon, puis par l'étude d'autres hormones.

Collaborations

Les travaux réalisés le sont dans une optique différente de celle des laboratoires de recherches sur l'élevage, mais ont souvent été l'occasion de collaborations en particulier avec les laboratoires de Theix et de Rennes, aussi bien pour la définition des problèmes posés que pour l'application de nos méthodes et de nos résultats. Les études appliquées aux aliments ont également fait l'objet de collaborations avec les chercheurs du département de Technologie, et en particulier avec la station de recherches sur la Viande de Theix. Des collaborations comportant l'utilisation de méthodes biochimiques complémentaires sont également mises en œuvre avec ce service, et les travaux faisant appel à des connaissances en microbiologie ont bénéficié des conseils des chercheurs du laboratoire d'Ecologie microbienne de Jouy-en-Josas et de la collaboration du laboratoire de la Microbiologie de Theix. Bien entendu, les collaborations ne se limitent pas à l'INRA, et des liaisons fructueuses sont établies avec plusieurs laboratoires des grands organismes de recherches (C.N.R.S., I.N.S.E.R.M., O.R.S.T.O.M.) et de l'Université, aussi bien en ce qui concerne les aspects scientifiques que les applications.

(2) M. ARNAL, G. FAUCONNEAU, Bull. Techn. C.R.Z.V. Theix, INRA 1977, 30, 5-16.

Perspectives

Parmi les orientations que nous avons indiquées, il nous semble particulièrement urgent, compte tenu de leurs possibilités d'application, de développer les points suivants :

- L'étude des phases de ''crises nutritionnelles'' que sont la périnatalité, le sevrage des animaux d'élevage et en particulier les futurs animaux laitiers et le début de lactation. Les conséquences du stress plus ou moins violent subi au cours de ces périodes peut conditionner les aptitudes futures de l'animal à la production, et il peut être extrêmement rentable d'en limiter les effets : une alimentation de coût élevé au cours de la période de sevrage, et permettant à l'animal une transition douce sans carence nutritionnelle importante, peut se révéler très économique, compte tenu par exemple de la valeur d'une vache laitière.

- L'étude des bases physiologiques du besoin en acides aminés de l'adulte, car les différentes publications concernant l'alimentation de l'homme aboutissent faute de connaissance aux recommandations les plus diverses, permettant selon l'auteur choisi et l'année de la publication de conclure pour un même niveau d'alimentation aussi bien à l'existence d'une situation catastrophique qu'à celle d'un état de nutrition tout à fait satisfaisant. Des études de base, réalisées sur des animaux modèles sont un préalable nécessaire à l'amélioration des connaissances sur ce sujet.

- L'étude de l'influence de différents procédés de cuisson domestique ou industrielle sur l'utilisation digestive et métabolique des acides aminés des aliments de l'homme, car nous ne disposons que de très rares données récentes sur ce sujet.

PERSONNEL DU LABORATOIRE D'ETUDE DU METABOLISME AZOTE (mai 1983)

Scientifiques : R. PION
M. ARNAL
Etiennette COMBE
C. CHAMPREDON
P. PATUREAU-MIRAND
J. GRIZARD
D. ATTAIX (Département Sciences de la consommation)
G. FAUCONNEAU (Temps partiel)

Universitaire : Christiane OBLED I.U.T. (Temps partiel)

Ingénieurs INRA : J. PRUGNAUD
E. MENDES PEREIRA
Danièle BONIN
Y. BONNET (Atelier)
Michèle BALAGE

Ingénieur détaché : Annick NAUDIN

Techniciens :
Laboratoire : G. BAYLE
Elisabeth DEBRAS
Eveline AUROUSSEAU (mi-temps)
Françoise BARRE
Odile BERNARD
Françoise GLOMOT (mi-temps)
M.Louise HOULIER
Claire SORNET
M.Claude VALLUY
Denise CELLERIER
Hélène LAFARGE

Animaliers : M. SALLAS
A. SELLE

Secrétariat : Annick GENEST
Madeleine PACCARD (mi-temps)
Nelly DORR (mi-temps)

Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1983(52) 9-13

La carence en zinc chez les ruminants *

M. LAMAND

Laboratoire des Maladies nutritionnelles

Le rôle du zinc en biologie est connu depuis les travaux de RAULIN (1869) et de LECHARTIER et BELLAMY (1877).

Les travaux de BERTRAND et BHATTACHERJEE en 1935 ont confirmé l'importance du zinc dans l'alimentation animale. De leur côté TODD *et al.* (1934) réussissaient la première carence expérimentale chez le rat.

Chez les ruminants, LEGG et SEARS ont relié la parakératose à la carence en zinc en 1960, comme GRASHUIS l'a fait peu après (en 1963) en Hollande. La reproduction de la carence par un régime carencé en zinc a été obtenue et décrite par MILLER et MILLER (1960) chez le veau puis étudiée en détail par MILLS *et al.* (1967) chez le veau et l'agneau.

Dans les conditions de la pratique les carences en zinc sont fréquemment décrites chez les veaux (VAN LEEUWEN et VAN der GRIFT, 1969 ; KRONEMAN *et al.*, 1975 ; LAMAND, 1975). Les adultes ou les animaux en fin de croissance extériorisent peu de symptômes et les subcarences sont, par ailleurs, les plus fréquentes : pour ces deux raisons les carences en zinc passent plus ou moins inaperçues. Néanmoins de telles subcarences, difficiles à diagnostiquer peuvent induire des pertes économiques non négligeables. Cette revue est donc destinée à faire le point sur la pathologie liée aux carences ou subcarences en zinc chez les ruminants afin d'en préciser l'importance en clinique vétérinaire.

Etiologie

Les carences primaires

Au niveau du sol

La teneur en zinc des fourrages est très dépendante de la richesse du sol.

En élément total, les roches éruptives basiques sont les mieux pourvues, les sables sont pauvres et les calcaires très variables. Les tourbes, formées sur roches acides sont toujours très pauvres en oligoéléments en général. De même dans les sols à hydromorphie temporaire les oligoéléments sont solubilisés par l'excès d'eau. Ces éléments sont assimilables à un moment où les conditions de milieu sont défavorables à la croissance de la plante. Ils redeviennent inaccessibles au cours du dessèchement ultérieur par inclusion dans les précipités ferriques (PERIGAUD, 1971).

De nombreux facteurs modifient l'assimilabilité du zinc : la compacité du sol, le niveau d'azote et d'acide phosphorique, la luminosité, etc... (DARTIGUES et LUBET, 1967).

Les possibilités de carences augmentent dès que le pH des sols dépasse 6,4 - 6,5 et que la fertilisation est importante c'est-à-dire avec toute utilisation plus intensive des sols (tabl. 1).

TABLEAU 1

Influence de différents facteurs sur la teneur en zinc des fourrages (écarts observés) (1)

1°) Facteurs liés à la plante :	
a) Espèce et variété	100-160
b) Stade herbacé (= indice 100) à la floraison	40-50
c) N° du cycle du 1er (indice 100) au dernier (mini et maxi)	100-120
2°) Facteurs externes :	
a) Site (sol, climat)	100-200
b) Année	100-120
3°) Facteurs culturaux :	
a) Amendements de 0 Ca (indice 100) à + Ca	50-100
b) Fumure azotée de 0 N (indice 100) à + N	70-200
c) Fumure phosphatée de 0 P 0 (indice 100)) + P 0	80-100

(1) D'après S. PERIGAUD (1975). L'influence des différents facteurs de variation est exprimée en % . La variation peut être une augmentatio (supérieure à 100 %) ou une diminution (inférieure à 100 %).

* Ce texte est la version française d'une synthèse, en cours de publication, destinée au *Irish Veterinary Journal*

Au niveau de la plante

D'une espèce à l'autre, provenant d'un même sol les légumineuses sont plus pauvres que les graminées (tabl. 1). La teneur en zinc de la plante diminue avec l'âge : elle est minimum au stade floraison. Pour les graminées, le premier cycle est toujours plus pauvre que le dernier.

L'influence du site (complexe pédoclimatique) est non négligeable. Dans les mêmes conditions, les plantes ont une teneur variable d'une année à l'autre.

L'importance des carences

L'investissement analytique permettant de connaître les teneurs habituelles des fourrages d'une région est rentable. Une telle connaissance permet d'estimer le risque de carences des animaux dans cette région et d'organiser une prophylaxie adéquate.

Les carences secondaires

Elles sont caractérisées par une diminution de la digestibilité du zinc.

Les malabsorptions

Elles ont été rencontrées le plus fréquemment chez le veau. En général, chez les jeunes, la rétention du zinc est élevée. Chez le veau, elle est de l'ordre de 55 p.100 (MILLER et CRAGLE, 1964). Chez certains veaux des malabsorptions du zinc provoquent des lésions spécifiques de carence (VAN LEEUWEN et VAN der GRIFT, 1969 ; VAN ADRICHEM *et al.*, 1971 ; LAMAND, 1974a ; PRICE, 1982).

L'origine génétique de la malabsorption apparaît parfois, en particulier dans la race Frisonne Pie Noire chez des descendants du taureau Adema (KRONEMAN *et al.*, 1975).

Influence du calcium

Elle est très controversée. Le calcium associé aux phytates provoque une diminution de l'absorption du zinc chez les monogastriques (revue de BECKER et HOEKSTRA, 1971). Or, MILLER (1967) a montré que l'acide phytique était sans influence sur l'absorption du zinc chez les ruminants : il est détruit dans le rumen. Cependant plusieurs auteurs notent une amélioration de performances des animaux recevant des rations riches en calcium avec un apport supplémentaire de zinc (HAARANEN, 1963 et FONTENOT *et al.*, 1964). Chez le mouton, avec une ration dont la teneur en Ca passe de 1 à 2 p.100 la digestibilité apparente du zinc est significativement diminuée (SUTTLE et FIELD, 1970).

Influence des caractéristiques de la ration

Bien qu'imprécise et dans la mesure où certaines exigences expérimentales sont respectées, la méthode des bilans permet de comparer la digestibilité apparente des oligoéléments de différents régimes dans des conditions très physiologiques (LAMAND, 1974b). Par une série de bilans nous avons pu mettre en évidence des modifications de la digestibilité du zinc propres à différents régimes.

L'accélération de la vitesse du transit intestinal, observée avec un aliment broyé, distribué *ad libitum,* ou une herbe jeune, provoque une diminution de la digestibilité du zinc (AMBOULOU *et al.*, 1977 ; AMBOULOU et LAMAND, 1977) (tabl. 2).

TABLEAU 2

Facteurs de modification de la digestibilité du zinc de la ration

		ZINC		
		Teneur (mg/kg M.S.)	Digestibilité (p.100)	Rétention (mg/j/100kg PV)
PRESENTATION PHYSIQUE	Foin forme longue	26	24 **	23
	Foin broyé et aggloméré	34	14	23
QUALITE	Herbe congelée en vert	25	23 **	15,3 **
	Foin séché au sol	28	- 4	- 2,3
SOUFRE	Ensilage de maïs	25	28 *	17 *
	+ S (2,9 g S/kg MS)	24	17	11
TERRE	Ensilage	34	15 **	14 **
	+ Terre (5 %)	36	4	4

* Différence significative ($P < 0,05$)
** Différence significative ($P < 0,01$).

L'influence de la qualité du fourrage est également très importante : le zinc d'un fourrage dont la M.S. est peu digestible est également peu digestible (LAMAND *et al.*, 1977). Nous avions comparé la digestibilité du zinc d'une herbe fauchée et congelée au stade fin montaison à la même herbe séchée au sol pendant un printemps pluvieux (le séchage avait été prolongé durant 5 semaines). Le foin obtenu était très pailleux mais non moisi. Le zinc de ce foin n'avait pas été lessivé par la pluie mais s'avérait très peu digestible. Une telle situation se rencontre dans la pratique avec des foins coupés tardivement : la teneur en zinc de la plante a diminué avec l'âge et le zinc restant est peu digestible. Nous utilisons d'ailleurs ces foins pailleux et tardifs pour réaliser des carences expérimentales chez le mouton (LAMAND *et al.*, 1982 et LAMAND *et al.*, 1983) : les zincémies des animaux décroissent significativement dès la première semaine.

Lorsqu'un excès de soufre est introduit dans une ration, la synthèse microbienne au niveau du rumen ne suffit plus à métaboliser le soufre qui est gaspillé sous forme de sulfures. Le soufre est métabolisable par la flore du rumen dans la mesure où le milieu contient suffisamment d'azote soluble et de métabolites énergétiques. Dans le cas contraire le soufre diminue la digestibilité du zinc (LAMAND, 1974). L'apport de 3 g de soufre/kg M.S. en complément à une ration à base de foin et sans ajout d'azote soluble déclenche, dans certains cas, chez des génisses à leur premier vélage une hypocuprémie et une hypozincémie grave avec signes cliniques : vélage long, difficile et mortalité par accidents cardiaques. Le traitement des malades (cuivre et zinc injectables) et la suppression du soufre du mélange minéral arrête l'évolution de cette carence dans le troupeau (LAMAND, 1976, résultats non publiés).

La contamination du fourrage, surtout des ensilages par de la terre (5 p.100 par exemple) provoque une forte diminution de la digestibilité du zinc (tabl. 2). Or cette contamination est fréquente, soit à la récolte d'herbe pour ensilage par temps pluvieux, soit avec des prairies envahies de taupinières. Des moutons sur prairies très pauvres pratiquent un surpâturage qui les pousse à déraciner les touffes d'herbe et ingérer ainsi une grande quantité de terre. Chez les bovins, les ingestions spontanées de terre peuvent aller de 1 à 10 p.100 de la ration (THORNTON, 1974).

Rôle biochimique du zinc

Le zinc intervient dans plusieurs des étapes de la synthèse protéique et de la division cellulaire (fig. 1) (revue de VALLEE et FALCHUK, 1981). La présence du zinc dans l'ADN polymérase conditionne la replication des gènes et la multiplication cellulaire. La régulation de la première transcription (synthèse d'ARN messager à partir du génome) fait intervenir des histones comportant du zinc (VALLEE et FALCHUK, 1981). Par ailleurs, l'ARN polymérase comporte également du zinc ainsi que le facteur d'élongation déclenchant la synthèse de protéine à partir d'ARN de transfert et de l'ARN messager (KOTSIOPOULOS et MOHR, 1975).

Le zinc est également indispensable à la synthèse du collagène de l'os (MADRID *et al.*, 1976 ; STARCHER *et al.*, 1980) et de la peau (Mc CLAIN *et al.*, 1973 ; THOMPSON et GILBREATH, 1976). Ces derniers auteurs ont également montré un déficit de polymérisation du collagène synthétisé. La réparation des fractures est donc compromise (BATTISTONE *et al.*, 1972) alors que le zinc à dose physiologique favorise la croissance de l'os et sa calcification (YAMAGUSHI *et al.*, 1982). La supplémentation en zinc accélère la cicatrisation des blessures chez les animaux carencés en cet élément (WACKER, 1978).

Le zinc, en particulier, accélère l'apparition du tissu de granulation dans la cicatrisation et ce, d'autant plus tôt que l'animal est jeune (TENGRUP *et al.*, 1978).

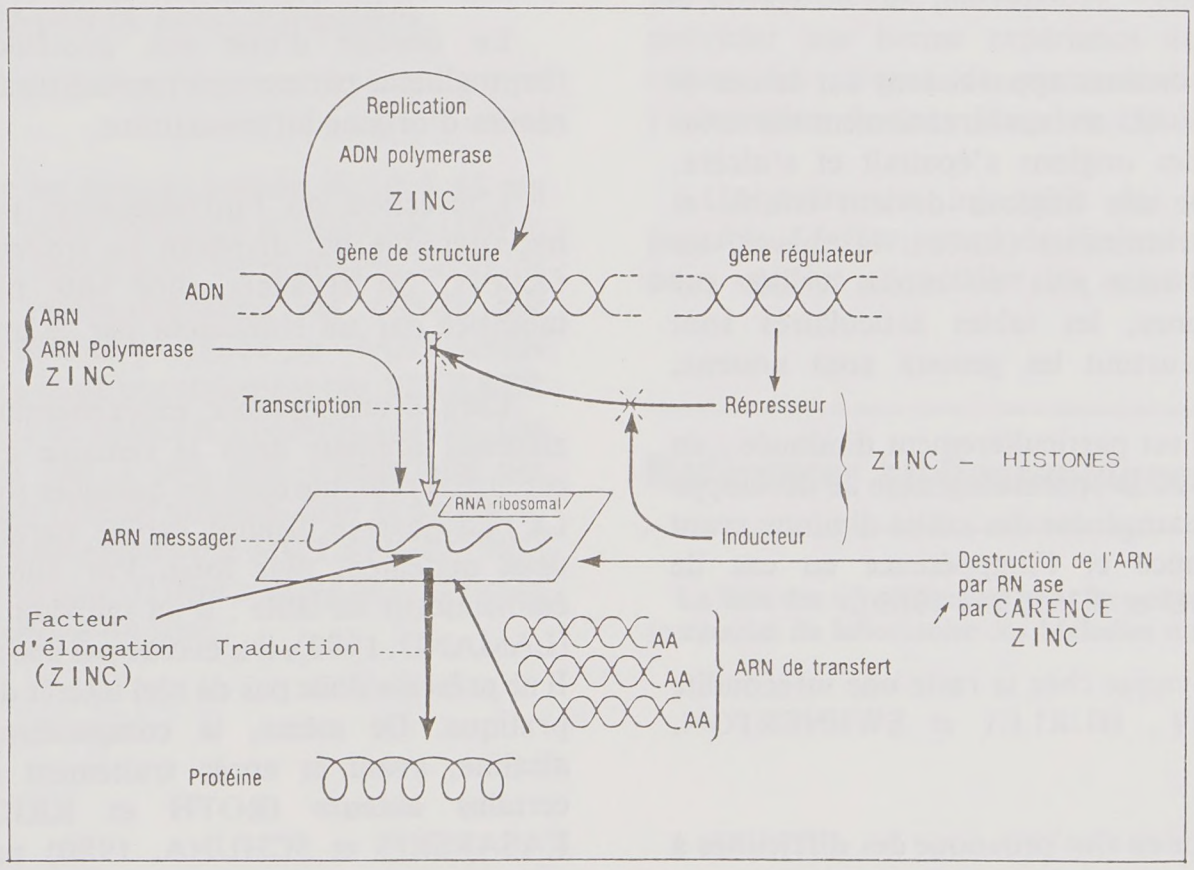


FIG. 1 : *Etape de la synthèse protéique et de la division cellulaire*

Chez l'homme, il a été montré que le zinc joue un rôle dans la fonction du goût. Cet élément est nécessaire à la synthèse de gustine (protéine de la salive parotidienne) et au fonctionnement des bourgeons du goût (HUSKIN, 1978). Cette fonction n'a pas été explorée chez les ruminants.

La mobilisation de la vitamine A hépatique est compromise par la carence en zinc. La supplémentation en zinc augmente l'efficacité du traitement des agneaux carencés par la vitamine A (SARASWAT et ARORA, 1972).

Ces auteurs (ARORA *et al.*, 1973) ont trouvé, chez l'agneau, avec la carence en zinc, une diminution de la vitamine A sérique. Cette perturbation du métabolisme de la vitamine A viendrait d'un déficit en retinol binding protein (R.B.P.) (SMITH *et al.*, 1974) et en retinol deshygrogénase (HUBER et GERSHOFF, 1975).

Symptômes de carences

Ils apparaissent toujours plus intensément chez les jeunes que chez les adultes. La carence débute par une modification de l'appétit : les quantités ingérées sont irrégulières d'un jour à l'autre (appétit cyclique) puis l'inappétence s'aggrave et s'accompagne d'amaigrissement. Les animaux trient longtemps dans leur ration en ingérant très peu à la fois. Ils gaspillent une grande partie des fourrages offerts. Pour les animaux en lots, la compétition à l'auge disparaît. Ils deviennent peu actifs, apathiques et ''tristes''. Les lésions de la peau apparaissent : une pelade et une dermite sans démangeaison s'installent. Chez les vaches adultes les lésions sont diffuses et évoquent un eczéma. La peau devient squameuse, épaisse et comporte des ulcères dans les plis. La parakératose apparaît aux endroits irrités en permanence (sous le licol par exemple). Les plaies et érosions accidentelles ne guérissent pas : à moins d'infection secondaire la plaie reste rose, suintante et aucun tissu de granulation de néoformation n'apparait. Ces plaies atones sont fréquentes sur les membres.

Chez les agneaux, des croutes apparaissent sur le nez et aux commissures des lèvres. Un certain larmoiement survient. La couronne, au-dessus des onglons s'épaissit et s'ulcère. Chez les bovins, la corne des onglons devient friable et fendillée. Chez les petits ruminants (surtout la chèvre) les onglons se déforment et sont plus ou moins vrillés sur eux-mêmes. Chez les jeunes, les tables articulaires sont élargies : les jarrets et surtout les genoux sont noueux.

La fécondité des mâles est particulièrement diminuée : un hypogonadisme avec arrêt de la spermatogénèse se développe progressivement. La spermatogénèse des mâles diminue avant le blocage de la croissance et l'inappétence en cas de subcarence (UNDERWOOD et SOMERS, 1969).

La carence en zinc provoque chez la ratte une infécondité très nette (APGAR, 1969 ; HURLEY et SWENERTON, 1966).

Chez la brebis la carence en zinc provoque des difficultés à l'agnelage (APGAR *et al.*, 1982), la supplémentation en cet élément augmentant la fécondité et le poids des agneaux à la naissance (MASTERS et FELS, 1980 et MASTER, 1982). Selon NEDYALKOV et KRUSTEV (1969) une supplémentation en zinc peut augmenter le taux de conception de vaches n'ayant pas de signe clinique de carence.

Diagnostic

Le diagnostic clinique est difficile : la pelade et la dermite associées à un appétit capricieux évoquent la carence en zinc.

La zinc plasmatique est un excellent reflet, précoce, de la carence en zinc. Son utilisation en clinique vétérinaire nécessite cependant quelques précautions. Les contaminations lors du prélèvement (aiguilles, poussières) sont possibles. Certains tubes plastique du commerce peuvent libérer du zinc (BELLANGER, résultats non publiés). Tous les bouchons en caoutchouc contaminent fortement les liquides (plasma ou anticoagulants comme l'héparine). Il importe donc au laboratoire de vérifier l'absence de contamination au niveau du matériel et de tous les réactifs utilisés. L'hémolyse perturbe également l'interprétation des résultats, les hématies étant beaucoup plus riches en zinc que le plasma.

Selon DONANGELO et CHANG (1981), le zinc libre peut être quantifié par la réactivation d'une phosphatase alcaline d'*E. coli* inactivée par chélation de son zinc. Le zinc libre est alors quantifié comme le rapport de l'activité du système phosphatase alcaline (dont le zinc est chélaté) avant et après addition du plasma à doser. Le zinc libre plasmatique du mouton en carence expérimentale évolue comme le zinc plasmatique total mais avec retard (LAMAND, 1983). La fraction libre du zinc plasmatique ne présente donc pas davantage d'intérêt que la zincémie. La zincémie reste le paramètre le plus facile à utiliser dans le diagnostic de la carence dans la mesure où les contaminations ont été évitées.

Le dosage d'une des protéines de l'inflammation (haptoglobine par exemple) permettrait d'éliminer les hypozincémies d'origine inflammatoire.

L'infection ou l'inflammation provoque en effet une hypozincémie qui disparaît au traitement spécifique antiinfectieux. En revanche, une telle hypozincémie n'est pas modifiée par un traitement par le zinc (LAMAND, 1981).

Lors d'une carence expérimentale chez le mouton, la zincémie diminue dans la semaine qui suit le début de la carence et remonte dans les quelques jours après le traitement. La phosphatase alcaline évolue parallèlement mais avec un délai nettement plus long. Par ailleurs, ce paramètre est éminemment variable : d'un individu à l'autre et selon l'âge (LAMAND, 1982), il n'évolue pas spécifiquement avec le zinc. Il ne présente donc pas de réel intérêt dans les conditions de la pratique. De même, la comparaison de la phosphatase alcaline, avant et après traitement au zinc, proposé par certains auteurs (ROTH et KRICHGESSNER, 1979 ; KASARSKIS et SCHUNA, 1980) pour diagnostiquer une subcarence en cet élément reste d'interprétation délicate.

Traitement

Le traitement par la bouche peut être entrepris : chez le veau, MILLER et MILLER (1962) ont obtenu une récupération très rapide en portant la ration des animaux à 260 mg Zn/kg M.S. Chez le boeuf, DEMERTZIS et MILLS traitent la pododermatique infectieuse avec 1 à 2 mg de zinc/kg poids vif par jour pendant une vingtaine de jours.

Le traitement per os est fastidieux et n'est pas toujours efficace en cas de malabsorption. Avec un foin de mauvaise qualité et déclenchant une carence en zinc la supplémentation à 50 ou 100 mg Zn/kg M.S. n'est pas suffisante pour traiter les malades (LAMAND *et al.,* 1983). Une injection unique d'oxyde ou de zinc métal en poudre est en revanche rapidement efficace (LAMAND, 1978).

Chez le mouton, la libération du zinc injecté sous forme d'oxyde (300 mg par voie I.M.) est plus brutale et provoque une hyperzincémie plus élevée qu'avec le zinc métal. Cette dernière présentation (Prolontex zinc®) est cependant préférée pour un effet retard plus prolongé et est par ailleurs la forme la mieux tolérée chez les bovins (absence d'effet secondaire au point d'injection) (LAMAND *et al.,* 1980).

Les doses habituellement utilisées sont de 300 mg de zinc métal (5 ml de suspension huileuse) chez les petits ruminants adultes et de 600 mg de zinc métal (10 ml de suspension huileuse) chez les bovins adultes. L'injection, étant pratiquée par voie intramusculaire au cou, est bien tolérée. Le métal est libéré hors du point d'injection par un processus inflammatoire modéré en 1 à 2 mois environ. Le délai d'attente avant abattage est nul, le métal persistant, visible à l'abattage, est éliminé par un parage de la carcasse au point d'injection.

Prophylaxie : les apports recommandés

D'un auteur à l'autre les besoins varient de 10 à 45 mg Zn/kg M.S. (LEE, 1974). Selon MILLER et MILLER (1960), la teneur souhaitable de la ration pour les ruminants serait de 50 mg/kg M.S. Cette recommandation est reprise par l'A.R.C. ; elle est voisine de celle proposée par HAARANEN (1963), elle a été confirmée expérimentalement par VOELKER *et al.* (1970) et WEIGAND et KIRCHGESSNER (1982). Cet apport recommandé, qui fait à peu près l'unanimité des différents auteurs pour des rations utilisées dans la pratique, est supérieur à celui trouvé nécessaire par MILLS *et al.* (1967) avec un aliment semi-synthétique. Il tient compte de l'influence de la ration sur l'absorbabilité du zinc.

Cette recommandation est sans doute valable pour les aliments d'allaitement puisque nous avons observé plusieurs cas de carence cliniques chez des veaux recevant un aliment à base de lait en poudre dont la teneur était de 28 mg/kg M.S. Les symptômes ont disparu rapidement après injection de zinc.

Avec des rations comportant des interférences qui diminuent la digestibilité du zinc (voir paragraphe précédent sur les carences secondaires), il est bon de remonter les apports à 75 mg Zn/kg M.S. Cependant, dans la mesure du possible, il est plus efficace de supprimer telle ou telle interférence de la ration que d'essayer de la surmonter par des apports massifs de zinc. Un excès de zinc risque d'interférer avec d'autres éléments comme le cuivre et nous avons vu plusieurs fois, chez des jeunes bovins (3-6 mois), des inappétences et arrêts de croissance avec des régimes dont la teneur en zinc était comprise entre 150 et 250 mg Zn/kg M.S. bien que cette teneur soit très inférieure à la teneur de 600 mg/kg M.S. considérée encore comme non toxique par MILLER *et al.* (1978). Il a suffi à chaque fois de rectifier la composition du mélange minéral pour restaurer la productivité de ces animaux.

Conclusion

Les carences en zinc chez les ruminants passent parfois inaperçues. Elles sont plus caractéristiques chez les jeunes, les adultes présentant une symptomatologie diffuse et discrète. Les symptômes ne sont pas suffisamment spécifiques pour conduire à un diagnostic sans équivoque. Les carences d'apport ou carences primaires sont rares alors que les carences secondaires par modification de la digestibilité du zinc sont les plus fréquentes.

La confirmation analytique de la carence est très possible par dosage du zinc plasmatique. Cependant le laboratoire doit posséder une bonne expérience de cette détermination en raison des risques de contamination depuis la récolte de l'échantillon de sang jusqu'au résultat et son interprétation.

Un traitement injectable des malades est maintenant possible. L'effet retard de l'injection doit être mis à profit pour vérifier et rectifier les apports nutritionnels de zinc.

Références bibliographiques

La liste des 65 références peut être obtenue sur simple demande au secrétariat du laboratoire des Maladies nutritionnelles.

Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1983 (52) 15-18

Utilisation des boues de laiterie dans l'alimentation du ruminant

P. THIVEND

Laboratoire de la Digestion des Ruminants

On appelle ''boues'', la suspension liquide que l'on obtient dans les bassins de décantation après récupération de l'eau épurée. Les boues sont constituées par des flocons où des microorganismes (bactéries et protozoaires), des débris organiques et minéraux sont réunis par une sorte de mucilage (GRIL et BALLAY, 1975). La teneur moyenne en azote des boues produites par les stations d'épuration de l'industrie laitière permet d'assimiler ces produits à des compléments azotés sous réserve d'une meilleure connaissance de la nature de leurs fractions protéiques et non protéiques (tabl. 1). L'utilisation dans l'alimentation animale de ces boues s'est heurtée jusqu'ici à trois inconvénients majeurs : leur teneur élevée en minéraux ; leur très faible teneur en matière sèche (de 5 à 10 g/litre) entraînant des difficultés techniques et économiques de séchage ; et, enfin, leur éventuelle toxicité due à la présence possible de certains minéraux (plomb...). Cependant, à l'inverse des boues des stations d'épuration urbaines, les boues de laiterie ne présentent pas, *a priori,* de danger sur le plan microbiologique. Malgré ces inconvénients, il semble pourtant intéressant d'étudier l'utilisation de ces boues par le ruminant (AMMERMAN et BLOCK, 1964). C'est pourquoi nous avons réalisé deux essais sur agneaux à l'engrais, le premier pour mesurer l'influence sur l'appétibilité, les quantités ingérées et la croissance des animaux, de l'incorporation de 6,6 et 13,1 p.100 de boues de laiterie séchées en substitution de 50 ou 100 p.100 du tourteau de soja incorporé dans un aliment témoin, le second pour déterminer la digestibilité des principaux constituants organiques et minéraux des régimes étudiés.

I. Conditions expérimentales

. Aliments

Trois aliments concentrés ont été utilisés (tabl. 2). Ils contenaient tous de 77 à 80 p.100 de maïs, 4 p.100 de tourteau de lin et les mêmes quantités d'urée, de chlorure d'ammonium et de mélasse. L'aliment témoin renfermait en plus, du tourteau de soja qui a été remplacé par 6,6 et 13,1 p.100 de boues de laiterie séchées pour les aliments expérimentaux I et II, de sorte que les 3 aliments soient isoazotés et qu'ils aient la même teneur en cellulose brute. En revanche, il n'a pas été possible de fabriquer des aliments ayant la même teneur en minéraux, par suite de la forte proportion en cendres des boues de laiterie (tabl. 1). Ainsi, la teneur en calcium, en phosphore, en sodium et en potassium a été plus élevée dans les aliments expérimentaux que dans l'aliment témoin (tabl. 2), mais pas celle en cuivre ni en zinc. Enfin, la teneur en magnésium des 3 aliments a été sensiblement identique. Le fourrage utilisé a été du foin de luzerne dans le premier essai, et un foin de pré dans l'essai ''digestibilité''. Il était distribué sous forme hachée, les aliments concentrés étant agglomérés (grille de 5 mm).

TABLEAU 1

Composition des boues de laiterie séchées
(% sauf pour Cu, Zn, Mn et Pb exprimés en mg/kg MS)

Matières azotées totales	40,60
Cendres	33,12
dont *sodium*	3,95
potassium	3,81
calcium	2,40
magnésium	1,17
phosphore	5,34
fer	0,20
cuivre	11
Zinc	122
manganèse	37
plomb	213

TABLEAU 2

Composition des aliments

Composition centésimale	aliment témoin	aliment expérimental I	aliment expérimental II	foin
maïs grain	79,5	78,0	77,0	-
tourteau de lin	4,0	4,0	4,0	-
tourteau de soja 50	10,0	5,0	-	-
boues de laiterie séchées	-	6,57	13,14	-
sel marin	1	0,5	-	-
chlorure d'ammonium	1	1	1	-
mélasse	1	1	1	-
urée	1	1	1	-
Ca CO_3	-	1	1	-
C.M.V.	2,5	1,93	1,36	-
Composition chimique (% MS sauf pour Cu, Zn et Pb : mg/kg MS)				
matières azotées totales	20,6	20,6	20,0	11,2
cellulose brute	2,6	2,4	2,0	29,3
matières minérales	5,2	6,6	8,1	7,6
phosphore	0,4	0,7	1,1	0,2
calcium	0,9	1,2	1,3	0,8
magnésium	0,36	0,39	0,41	0,28
potassium	0,55	0,67	0,81	1,14
sodium	0,45	0,53	0,64	0,05
cuivre	13	11	9	8
zinc	119	108	96	49
plomb	-	18	35	-

. Animaux et conduite des essais

Premier essai

Quinze agneaux mâles sevrés (Limousin × Romanov), pesant environ 25 kg ont été répartis en 3 lots. Au début de l'expérience, ils ont reçu dans le rapport 20/80 du foin de luzerne et un aliment concentré de sevrage qui a été remplacé au bout d'une semaine par un des 3 aliments à étudier. La transition a duré 10 jours à la suite desquels les agneaux ont été alimentés *ad libitum* en respectant toujours le rapport 20/80 pour les quantités de foin et d'aliment concentré distribuées. Les animaux étaient placés en case individuelle et alimentés une fois par jour. Les refus de foin et d'aliment concentré étaient retirés chaque jour, placés dans un sac en plastique et pesés une fois par semaine. Les animaux ont été pesés toutes les 2 semaines. Tout incident sanitaire a été noté pendant la période expérimentale.

Deuxième essai

Six agneaux mâles sevrés (Limousin × Romanov) ont été placés dans des cages à bilan. Ils ont été appariés et ont reçu successivement, selon un dispositif en carré latin, un des 3 aliments à étudier et du foin de pré dans le rapport 80/20, la transition entre chaque aliment étant effectuée pendant 7 jours. Les animaux ont été alimentés en fonction de leur poids, la quantité totale de matière sèche ingérée étant fixée à 35g/kg de poids vif. Chaque jour, les quantités offertes et refusées ont été mesurées ainsi que les quantités d'eau bue. La collecte quotidienne des fèces a été effectuée pendant 6 jours consécutifs (du dimanche au samedi matin). Les échantillons de fèces et d'aliments ont été séchés à l'étuve à 80°C puis broyés avant l'analyse. Les animaux ont été pesés chaque semaine, le lundi avant la distribution du premier repas.

Les analyses des aliments et des fèces (matière sèche, matière minérale, azote, cellulose brute, phosphore, calcium, magnésium, sodium, potassium, cuivre, zinc et plomb) ont été effectuées selon les méthodes utilisées classiquement dans les laboratoires de série.

II. Résultats et discussion

. Quantités ingérées. Croissance (Premier essai)

L'expérience a duré de 38 à 41 jours selon les aliments étudiés. D'une façon générale, les animaux se sont habitués sans difficulté à ingérer les 2 aliments expérimentaux malgré une forte odeur d'acides organiques surtout pour celui qui renfermait 13,1 p.100 de boues. Aucun refus important et systématique ni aucun trouble sanitaire n'ont été signalés. A l'abattage des animaux, aucune anomalie n'est apparue lors de l'examen de la carcasse et des différents viscères.

L'introduction de 6,6 p.100 de boues de laiterie séchées dans l'aliment concentré a eu tendance à réduire l'appétit des animaux, mais les différences observées n'ont pas été significatives (tabl. 3) et ont porté à la fois sur la consommation de foin et d'aliment concentré. En revanche, l'utilisation de quantités importantes de boues dans l'aliment (13,1 p.100) a eu un effet dépressif plus marqué sur les quantités ingérées (11 p.100) ($P < 0,05$), même si on élimine un animal dont l'appétit a été particulièrement faible et variable (tabl. 3). Cette baisse de l'appétit a surtout porté sur l'ingestion de l'aliment concentré ($P < 0,05$), qui n'a plus représenté que 75 p.100 de la matière sèche totale ingérée alors qu'avec les 2 autres aliments étudiés ces pourcentages ont été de 83,5 et 81,0 p.100. Des résultats analogues ont été obtenus au cours du 2ème essai, mais sur un nombre d'animaux plus réduit et pendant une période plus courte (2 semaines).

La croissance des animaux a été dans l'ensemble satisfaisante (tabl. 3). Elle a été supérieure chez les agneaux recevant l'aliment contenant 6,1 p.100 de boues par rapport aux animaux témoins, mais ce résultat mériterait d'être confirmé sur un plus grand nombre d'animaux. Les agneaux recevant l'aliment le plus riche en boues ont eu en revanche une croissance plus faible, essentiellement parce que les quantités d'aliment ingérées étaient réduites. En effet, l'efficacité alimentaire (kg de matière sèche ingérée par kg de poids vif) a été très voisine pour les animaux du lot témoin et pour ceux recevant l'aliment le plus riche en boues ($4,23 \pm 1,04$ et $3,98 \pm 1,27$). Bien que les différences n'aient pas été significatives, elle a été cependant inférieure ($3,10 \pm 0,65$) pour les agneaux recevant seulement 6,6 p.100 de boues dans l'aliment concentré.

. **Utilisation digestive** (Deuxième essai)

L'incorporation de boues de laiterie dans l'aliment concentré a toujours entraîné une diminution de la digestibilité des différents constituants du régime, mais l'importance de cette diminution a varié avec la quantité de boues utilisées et avec la nature des constituants.

Constituants organiques (tabl. 4)

La digestibilité de la matière sèche, de la matière organique et de l'azote a été réduite respectivement de 3,5 , 2,5 et 4,8 p.100 lorsqu'on a incorporé 6,6 p.100 de boues de laiterie en substitution du tourteau de soja, mais les différences observées n'ont pas été significatives. Avec une proportion de boues plus élevée (13,1 p.100), la diminution de la digestibilité a été beaucoup plus importante et significative ($P < 0,05$) sauf pour la matière organique (8,5 , 6,9 et 11,1 p.100 respectivement pour le CUD de la matière sèche, de la matière organique et de l'azote).

Nous avons calculé la digestibilité de l'azote de l'aliment concentré de chaque régime en considérant que celle du foin était la même pour les 3 régimes, hypothèse vraisemblable compte tenu du faible pourcentage de foin dans la ration. A partir des résultats obtenus, nous avons estimé la digestibilité apparente de l'azote des boues en admettant que le CUDa de l'azote du tourteau de soja était de 0,91 et que la digestibilité de la fraction azotée de l'aliment, non compris l'azote des boues et du soja, était constante pour les 3 régimes. Dans ces conditions, le CUDa de l'azote des boues utilisées a été de l'ordre de 50 p.100 (respectivement 55,4 et 49,7 p.100 pour les aliments renfermant 6,6 et 13,1 p.100 de boues). Il apparaît donc que la digestibilité de l'azote des boues de laiterie est faible chez le ruminant d'une part parce qu'il s'agit d'azote provenant de microorganismes, d'autre part parce que les boues utilisées ont subi un traitement thermique peut-être trop sévère au moment de leur séchage. Une meilleure connaissance des différentes fractions azotées des boues devrait permettre de mieux expliquer cette faible digestibilité.

Constituants minéraux (tabl. 4)

L'utilisation des boues de laiterie a provoqué une diminution importante de la digestibilité apparente des matières minérales (de 11,9 à 20,8 p.100). Ceci est certainement dû à la fois à l'augmentation des quantités de minéraux ingérées, que nous n'avons pas pu éviter compte tenu de la forte teneur en cendres des boues utilisées, et aussi sans doute au manque de disponibilité de ces différents minéraux.

TABLEAU 3

Quantités ingérées et gain de poids quotidien (premier essai)

	Lot témoin	Lots expérimentaux I	II	
Nombre d'agneaux	5	5	5 ou	4
Durée de l'essai (j)	38	39	41	41
Quantités ingérées (g de MS/j)				
- aliment concentré	830 ± 17^{a}	781 ± 62^{a}	592	642 ± 55^{b}
- foin	188 ± 38^{a}	155 ± 16^{a}	196	196 ± 25^{a}
- total	1004 ± 56^{a}	936 ± 67^{ab}	788	838 ± 69^{ab}
Gain de poids vif (g/j)	252 ± 64^{a}	314 ± 74^{ab}	193	223 ± 61^{a}
Teneur en matières azotées totales de la ration (%)	18.9	20.1		18.0

Les valeurs qui ne sont pas affectées d'une même lettre sont significativement différentes au seuil P <0,05

TABLEAU 4

Digestibilité apparente des différents constituants du régime

	Lot témoin	Lots expérimentaux I	Lots expérimentaux II
Matière sèche	79,0^{a} ± 5,5	76,2^{ab} ± 4,7	72,3^{b} ± 2,6
Matière organique	80,7^{a} ± 5,4	78,7^{a} ± 4,7	75,1^{a} ± 2,6
Azote	77,8^{a} ± 5,0	74,1^{ab} ± 3,1	69,2^{b} ± 3,0
Matières minérales	50,7^{a} ± 8,7	44,7^{ab} ± 6,0	40,2^{b} ± 4,6
Calcium	30,0^{a} ± 2,1	25,8^{ab} ± 4,3	21,5^{b} ± 2,9
Phosphore	29,8^{a} ± 7,1	31,0^{a} ± 6,7	36,3^{a} ± 6,9
Magnésium	54,8^{a} ± 7,7	45,3^{a} ± 5,4	46,2^{a} ± 4,0
Potassium	91,7^{a} ± 3,6	89,6^{a} ± 2,6	87,4^{a} ± 3,0
Sodium	98,2^{a} ± 0,8	96,1^{b} ± 1,5	95,3^{b} ± 1,5
Cuivre	31,3^{a} ± 5,5	30,1^{a} ± 1,5	26,1^{a} ± 2,3

Les valeurs qui ne sont pas affectées d'une même lettre sont significativement différentes au seuil P <0,05

La digestibilité apparente du calcium et du magnésium a fortement diminué lorsque les animaux ont ingéré les aliments expérimentaux. Il en a été de même, mais à un degré moindre, pour le potassium et le sodium. En revanche, la digestibilité du phosphore a augmenté et cette augmentation a été d'autant plus importante que la quantité de boues, donc de phosphore ingéré, a été élevée. Enfin, l'incorporation des boues de laiterie a provoqué une baisse de la digestibilité du cuivre qui a été respectivement de 4 et de 16 p.100 avec les aliments renfermant 6,6 et 13,1 p.100 de boues. La digestibilité apparente du zinc a été anormalement faible. Celle du plomb a été pratiquement nulle malgré les quantités ingérées qui ont été très élevées (respectivement 14 et 25 mg/jour) avec les régimes renfermant des boues.

III. Conclusion

Le ruminant est donc capable d'ingérer des aliments dans lesquels on a incorporé des boues produites par les stations d'épuration de l'industrie laitière ; il peut utiliser une partie de l'azote, des autres constituants organiques, et des éléments minéraux que renferment ces produits. Les quantités de boues que l'on peut incorporer dans l'aliment concentré sont forcément limitées par leur teneur élevée en éléments minéraux mais aussi par leur effet dépressif sur l'appétit des animaux. Avec le type de boues utilisées, il semble qu'il ne faille pas en incorporer plus de 5 à 6 p.100 dans l'aliment concentré (sur la base de la matière sèche).

La diminution de la digestibilité de la ration en présence de boues traduit leur faible valeur alimentaire et peut-être aussi leur effet dépressif sur l'utilisation des autres composants du régime. L'utilisation digestive apparente de l'azote des boues est beaucoup moins bonne que celle des sources azotées habituellement utilisées dans l'alimentation des ruminants. Elle est cependant de l'ordre de 50 p.100 et peut être supérieure avec des boues n'ayant pas subi un traitement thermique aussi important que celui appliqué au produit que nous avons utilisé. Trois obstacles persistent cependant pour une éventuelle utilisation des boues de laiterie dans l'alimentation du ruminant :

- leur teneur élevée en cendres qui nécessite d'associer ces produits à des constituants particulièrement pauvres en minéraux ;
- l'impossibilité de les conserver à l'état natif et le coût de séchage qui conduit à les utiliser sous forme semi-humide ;
- leur éventuelle toxicité ou tout au moins la présence d'éléments pouvant présenter un danger pour la santé de l'animal, voire du consommateur. C'est par exemple le cas du plomb qui était présent en quantité très importante dans les boues utilisées (200 ppm) et qui, malgré une digestibilité apparente pratiquement nulle devra être éliminé avant l'utilisation des boues par les animaux.

Ces 3 obstacles limitent actuellement l'emploi des boues de laiterie dans l'alimentation du ruminant, mais les résultats obtenus au cours de ce travail apportent cependant des éléments d'information originaux sur une possibilité nouvelle de valorisation.

REMERCIEMENTS

A la Société LACTO-FRANCE pour la fourniture des boues de laiterie utilisées et pour sa participation à la réalisation de ce travail.

Références bibliographiques

AMMERMAN C.B., BLOCK S.G., 1964. Feeding value of rations containing sewage sludge and oakwood sawdust. *J. agric. Food Chem.*, **12**, 5396-5400.

GRIL J.J., BALAY D., 1975. Utilisation agricole des boues produites par les stations d'épuration de l'industrie laitière. *Bull. tech. Inf.*, **298**, 253-264.

Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1983 (52) 19-24

Alimentation de la brebis laitière

Capacité d'ingestion et phénomènes de substitution chez la brebis Lacaune

F. BOCQUIER*, C. DELMAS**, M. THERIEZ*

** Laboratoire de la Production ovine*
*** Société des Caves de Roquefort*
Service agronomique - Roquefort

Classiquement le système d'élevage des brebis Lacaune est basé sur une lutte en début de saison sexuelle en juillet et des mises bas de décembre. La campagne de traite débute en janvier avec des animaux en 5ème ou 6ème semaine de lactation. La totalité de la période de besoins alimentaires élevés (fin de gestation, période d'allaitement et deux premiers mois de traite) se déroule donc en bergerie où les animaux reçoivent des aliments conservés (foins et aliments concentrés). La bonne utilisation de ce type d'aliments conditionne donc les performances du troupeau et les résultats économiques de l'exploitation.

Si une brebis allaitante peut subir des périodes de mobilisation de ses réserves corporelles suivies de phases de récupération, il n'en est pas de même de la femelle traite dont la production laitière ne peut être maintenue à un niveau élevé que grâce à une alimentaiton énergétique et azotée toujours suffisante par rapport à ses besoins. Ce niveau alimentaire est obtenu avec des foins de très bonne qualité offerts à volonté, complémentés par des aliments concentrés. Or ces derniers, en se substituant plus ou moins aux fourrages, modifient le niveau d'ingestion des brebis. Ces phénomènes de substitution ont été étudiés, dans le cas des ovins, sur le mouton castré (INRA, 1978) ou sur la brebis allaitante en début de lactation (TISSIER-BRELURUT, 1979 ; BOCQUIER en cours de rédaction) et il n'existe aucune donnée relative à la brebis traite. C'est pourquoi nous avons entrepris ce nouvel essai au cours de la campagne 1980-1981 sur le troupeau de la ferme du Casse, en comparant les performances et le niveau d'ingestion de lots de brebis Lacaune recevant différents niveaux d'aliments concentrés.

Déroulement de l'essai

Choix des animaux

Trois lots de 48 brebis chacun ont été constitués à partir des 400 brebis du troupeau de la ferme du Casse. La répartition des animaux dans les 3 lots a été faite après le premier contrôle laitier selon la production individuelle des animaux (quantité de lait et teneur en matières grasses), leur poids et leur âge. Les brebis qui avaient été inséminées en juillet 1980, avaient agnelé fin novembre et avaient allaité leurs agneaux jusqu'au 1er janvier 1981. Elles étaient au début de leur 7ème semaine de lactation lors de la mise en place de l'essai et produisaient 2,25 litres de lait par jour en moyenne.

Alimentation

Les brebis constituant le lot ''moyen'' (ou lot M) ont été nourries en lot selon le système conventionnel appliqué à la ferme du Casse qui tient compte de leur poids, de leur production laitière et des quantités de foin qu'elles ingèrent volontairement.

Ce lot M constitue le lot témoin dont la ration était calculée chaque semaine. Les deux autres lots ont reçu la même quantité de tourteau de soja, mais des quantités de céréales augmentées de 30 p.100 pour le lot Haut (lot H) ou diminuées de 20 p.100 pour le lot Bas (lot B). Les mêmes foins (dont la composition figure dans le tableau 1) ont été utilisés pour les 3 lots : un foin de fétuque élevée offert le matin et deux foins de luzerne (1ère et 2ème coupes) distribués l'après-midi. Les apports de foin permettaient 15 p.100 de refus.

TABLEAU 1

Caractéristiques alimentaires des composants de la ration

Aliments	% MS	% M.S.						
		MO	MAT	CB	UFL	PDIN	PDIE	VEF*
luzerne 1°C	90.1	91.0	13.9	34.7	0.64	93	90	1.17
luzerne 2°C	89.4	89.3	16.0	25.2	0.75	104	100	1.02
fétuque élevée	88.4	89.4	14.7	27.4	0.75	91	91	1.15
tourteau soja	86.8	93.0	56.0	3.6	1.15	382	280	-
orge	88.3	96.5	11.3	4.0	1.14	76	102	-

* Calculées INRA, 1980
(Les analyses ont été effectuées par L.A.R.A. Toulouse)

Mesures

Deux types de mesures ont été réalisés, d'une part la détermination des quantités de fourrages volontairement ingérées par pesée quotidienne des quantités distribuées et refusées et d'autre part, les performances individuelles des animaux (production laitière et variation de poids) aux stades indiqués sur la figure 1.

Résultats : consommations

1. Consommations d'aliments concentrés

L'évolution des apports d'aliments concentrés (céréales et tourteau de soja) est représentée sur la figure 2. Compte tenu de la qualité des foins distribués, l'apport de tourteau de soja a toujours été faible : 100 g en première semaine d'expérience, 50 g environ à partir de la 6ème semaine.

Les niveaux d'apport de céréales ont par contre varié de manière beaucoup plus importante : 900 et 950 g/jour pour le lot H, 700 et 600 g/jour pour le lot B respectivement en 1ère et 2ème semaines de traite. L'écart entre traitements est beaucoup plus faible à partir de la 5ème semaine.

Sur l'ensemble des 9 semaines d'expérience la quantité totale d'aliments concentrés (céréales et tourteau) s'est élevée respectivement à 29,0 — 23,3 et 20,6 kg pour les 3 lots H, M et B. Cette différence, + 24 et — 11 p.100 par rapport au niveau moyen, correspond au protocole qui ne prévoyait qu'une modification de l'apport de céréales et non de celui du tourteau.

2. Consommations volontaires de foin

L'évolution des quantités de foin volontairement ingérées sont reportées sur la figure 3A. Quel que soit le niveau d'apport d'aliments concentrés, la consommation de foins a augmenté dans les 3 lots au cours de l'expérience, passant de 1,9 kg de matière sèche par brebis et par jour au cours de la semaine précédant le début d'expérience à 2,4 kg au cours de la 5ème semaine, pour se stabiliser au cours du dernier mois.

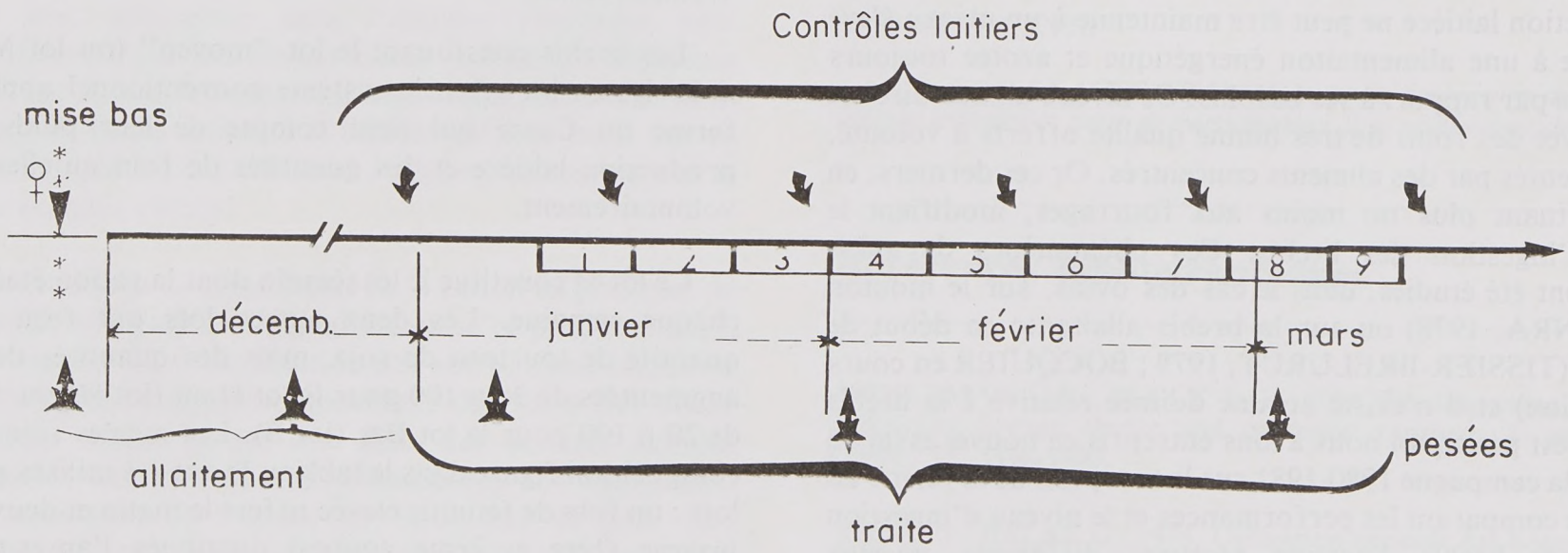


FIG. 1 : *Calendrier expérimental*

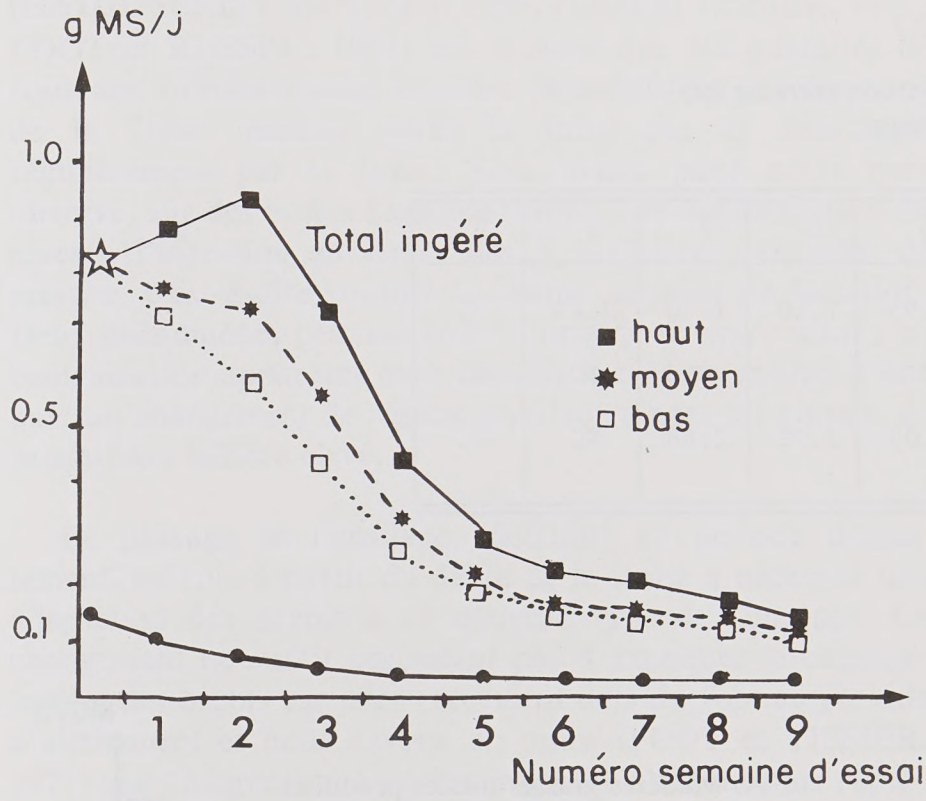


FIG. 2 : *Distribution d'aliments concentrés au cours de l'essai*

Cette consommation a été d'autant plus élevée et a augmenté d'autant plus rapidement en début d'expérience que le niveau d'apport d'aliment concentré était plus faible. Ces écarts de consommation ont été également observés dès la 3ème semaine pour l'ensemble de la ration (fig. 3A), ce sont les brebis du lot H qui ont ingéré la plus faible quantité de matière sèche.

Résultats : les phénomènes de substitution et leur conséquences

1. Le taux de substitution* (S)

Ce taux a été calculé pour chacune des 9 semaines de mesure en comparant les consommations des 3 lots pris 2 à 2 (tabl. 2). Les différences de niveaux d'apport d'aliments concentrés ont été trop faibles dans un certain nombre de cas (comparaison M-B à partir de la 5ème semaine et autres comparaisons en 8ème et 9ème semaines d'expérience) pour pouvoir calculer ce taux de substitution (dans le tableau 2).

Pour l'ensemble des résultats disponibles, les valeurs obtenues sont toujours très élevées (supérieures à 0,75) et augmentent, au fur et à mesure que la lactation se poursuit, jusqu'à des valeurs supérieures à 2.

* On appelle taux de substitution (S) le rapport entre la diminution de la quantité de fourrage ingéré et l'augmentation de l'apport d'aliment concentré (DULPHY, 1978). Ces deux quantités sont exprimées en grammes de matière sèche. Dans l'expérience, une augmentation de 100 g de M.S. d'aliment concentré offert a entraîné une diminution de 100 g de la M.S. de foin ingéré au cours des 4 première semaines et de 200 g au cours des semaines suivantes. Le coefficient de substitution s'est donc élevé respectivement à : S = 1 (100/100) et à S = 2 (200/100).

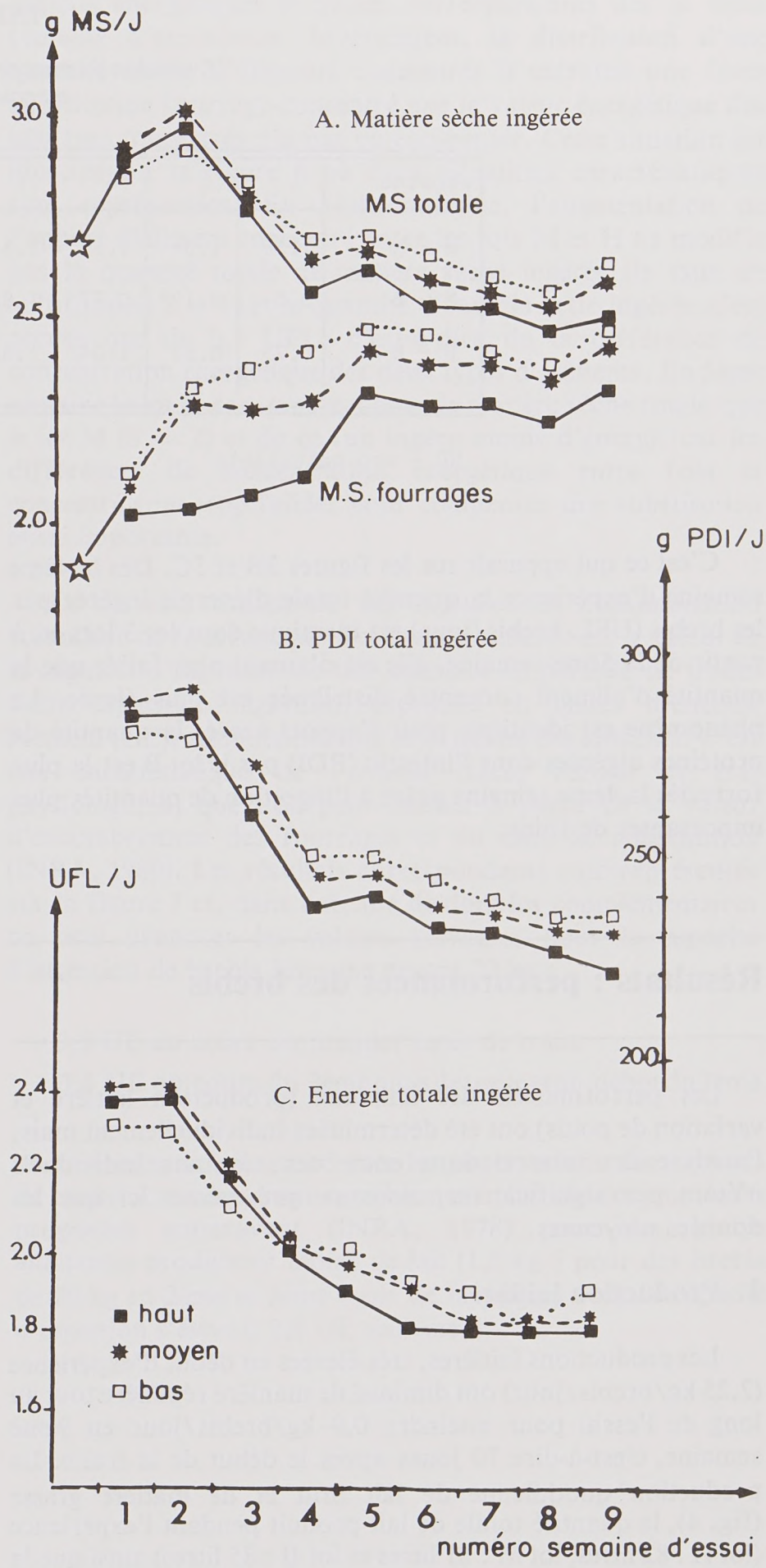


FIG.3 : *Ingestion par les brebis au cours de l'essai*

Compte tenu du nombre relativement limité de données, et dans l'attente de résultats complémentaires, deux valeurs peuvent être retenues pour le taux de substitution : S = 1 pour les 3 premières semaines d'expérience qui correspondent au premier mois de traite et S = 2 pour les semaines suivantes, c'est-à-dire pour le 2ème et le début du 3ème mois de traite.

2. Les conséquences des phénomènes de substitution

Les conséquences de l'utilisation de quantités élevées d'aliments concentrés dans le régime des brebis laitières sont très importantes et doivent être prises en compte pour le calcul des rations.

TABLEAU 2

Evolution du taux de substitution entre les lots au cours de l'essai

semaine	1	2	3	4	5	6	7	8	9
H - M	1.16	1.36	1.25	1.81	1.95	1.50	1.70	2.44	NC
M - B	0.0	0.17	0.77	1.84	NC	NC	NC	NC	NC
H - B	0.75	0.87	1.04	1.82	2.09	3.09	2.68	NC	NC

NC = non calculable

C'est ce qui apparaît sur les figures 3B et 3C. Dès la 4ème semaine d'expérience la quantité totale d'énergie ingérée par les brebis (UFL/brebis/jour) est identique dans les 3 lots et, à partir de la 5ème semaine, elle est d'autant plus faible que la quantité d'aliment concentré distribuée est plus élevée. Le phénomène est identique pour l'apport azoté, la quantité de protéines digérées dans l'intestin (PDI) par le lot B est la plus forte dès la 4ème semaine grâce à l'ingestion de quantités plus importantes de foins.

Résultats : performances des brebis

Les performances des animaux (production laitière et variation de poids) ont été déterminées individuellement mais, l'analyse des interrelations entre ces résultats individuels n'étant pas significatives, nous ne présentons ici que les données moyennes.

1. Production laitière

Les productions laitières, très élevées en début d'expérience (2,25 kg/brebis/jour) ont diminué de manière régulière tout au long de l'essai pour atteindre 0,9 kg/brebis/jour en 9ème semaine, c'est-à-dire 70 jours après le début de la traite. La production quotidienne de lait brut et de matière grasse (fig. 4), la quantité totale de lait produit pendant l'expérience (lot H : 82 litres, lot M : 81 litres et lot B : 85 litres) ainsi que la diminution de production par jour (0,017 kg/jour pour les 3 lots) sont indépendantes du niveau d'apport d'aliments concentrés.

2. Variations de poids vifs des brebis

Proche de 70 kg en moyenne après la mise bas, le poids des brebis a augmenté rapidement en début d'allaitement (+ 4 kg), en liaison vraisemblablement avec l'augmentation de leur niveau d'ingestion, puis plus lentement par la suite (1 à 2 kg) (fig. 5). Compte tenu de la forte variabilité individuelle (l'écart type est voisin de 7 kg à l'intérieur de chaque lot), aucune des différences de poids observées en cours d'essai n'est significative. Toutefois si le poids vif du lot H a eu tendance à augmenter pendant la période de traite, celui des lots M et B est par contre resté constant.

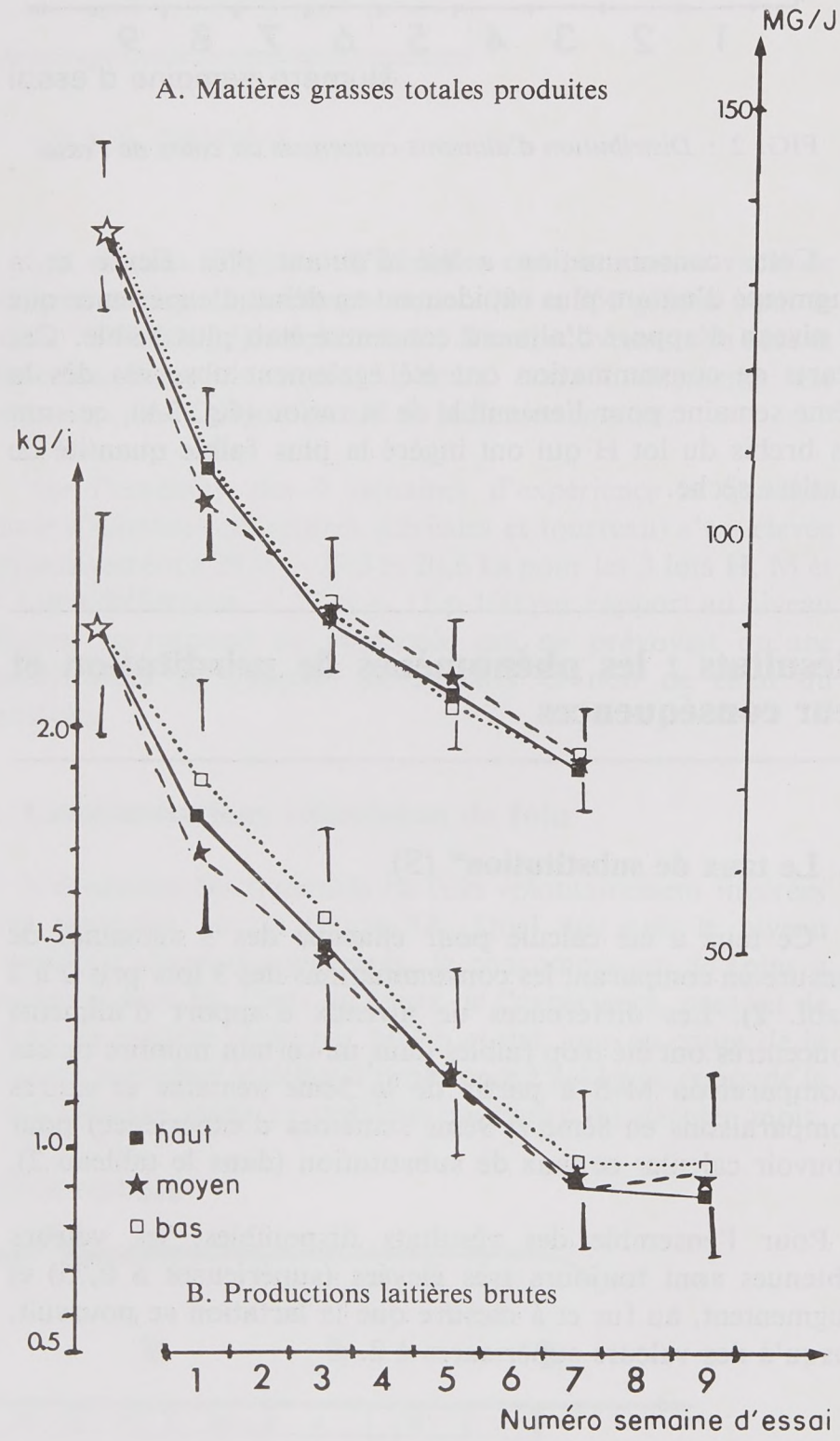


FIG. 4 : *Production laitière des brebis.*

Discussion et conclusion

Les mesures réalisées sur brebis allaitantes

(HADJIPIERIS et HOLMES, 1966; FOOT et TISSIER, 1977; FOOT et RUSSEL, 1979) ont montré que les quantités de fourrage volontairement ingérées se stabilisent aux environs de la 7ème semaine après la mise bas et diminuent régulièrement par la suite. Nous avons pour notre part observé, sur des brebis Lacaune traites, une augmentation du niveau d'ingestion au cours des 5 premières semaines de mesure, c'est-à-dire jusqu'à la 10ème semaine de lactation. Deux phénomènes peuvent être à l'origine de ce résultat ; en contradiction apparente avec ceux de la bibliographie : d'une part un changement de régime et, d'autre part un niveau de production laitière élevé.

Le passage de l'ensilage, distribué en période d'allaitement, au foin à partir du début de la traite a nécessité une adaptation des brebis à ce nouveau type de fourrage. Ce changement ne suffit cependant pas à expliquer le comportement des brebis car elles recevaient déjà du foin en période d'allaitement et nous savons en outre (FOOT et TISSIER, 1977) que l'adaptation à un fourrage est d'autant plus rapide que ce dernier est de meilleure qualité, ce qui était le cas dans l'essai réalisé.

Les brebis Lacaune utilisées au cours de cette expérience produisaient 2,25 kg de lait par jour en début de traite, c'est-à-dire beaucoup plus que des brebis allaitantes qui dépassent rarement 1 kg de lait en 7ème ou 8ème semaine de lactation. A ce niveau de production, les phénomènes régulation de l'appétit sont mal connus et il est possible que ce type de brebis atteigne son maximum d'ingestion plus tardivement que des brebis allaitantes. Ce retard pourrait être d'autant plus important que les quantités d'aliments concentrés offertes en début de traite (800 g/j au cours de la semaine précédant la mise en lots et le début de l'expérience) limitent l'ingestion de foins dont ils réduisent également la digestibilité.

Une différence de 40 p.100 du niveau d'apport d'aliment concentré, n'a pas entraîné de modifications significatives des performances des brebis car, disposant de fourrages de très bonne qualité, les animaux du lot ''Bas'' ont pu compenser les déficits énergétiques et azotés correspondants dès la 4ème semaine d'expérience. Inversement, la distribution d'une quantité élevée d'aliments concentrés a entraîné une forte substitution fourrage-concentré que la valeur énergétique des aliments concentrés n'a pas pu compenser. Cette situation est illustrée sur la figure 6 où deux situations caractéristiques sont représentées. En 3ème semaine, l'augmentation de l'apport d'aliment concentré entre les lots M et H ne modifie pas la quantité totale de matière sèche ingérée (le taux de substitution S = 1) et la quantité d'énergie nette ingérée n'est accrue que de 0,1 UFL, c'est-à-dire de la différence de concentration énergétique des deux types d'aliments. En 5ème semaine le lot H consomme moins de matière sèche totale que le lot M (S = 2) et de ce fait ingère moins d'énergie car les différences de concentration énergétique entre foin et concentré sont trop faibles pour compenser une substitution aussi importante.

Le dernier résultat de ces mesures de consommation volontaire de fourrage par des brebis laitières est le calcul de la capacité d'ingestion de ces animaux en période de traite. Cette capacité d'ingestion, exprimée en unités d'encombrement (UE), est indépendante de la nature des aliments. C'est une caractéristique de l'animal (race, format et état physiologique) que l'on peut estimer à partir de la valeur d'encombrement des fourrages et du taux de substitution (INRA, 1980). Les résultats correspondants sont représentés sur la figure 7 et, dans l'attente de données complémentaires on peut proposer les valeurs suivantes pour la capacité d'ingestion de brebis Lacaune pesant 70 kg :

3,3 UE au cours du premier mois de traite

3,1 UE au cours du 2ème mois de traite et au début du 3ème.

Ces valeurs, en accord avec les observations des éleveurs de brebis Lacaune, sont sensiblement plus élevées que celles proposées auparavant (INRA, 1978) pour des brebis allaitantes produisant moins de lait (1,5 kg/j pour des brebis de 70 kg en 2ème et 3ème mois de lactation) dont la capacité d'ingestion s'élève à 2,8 UE seulement.

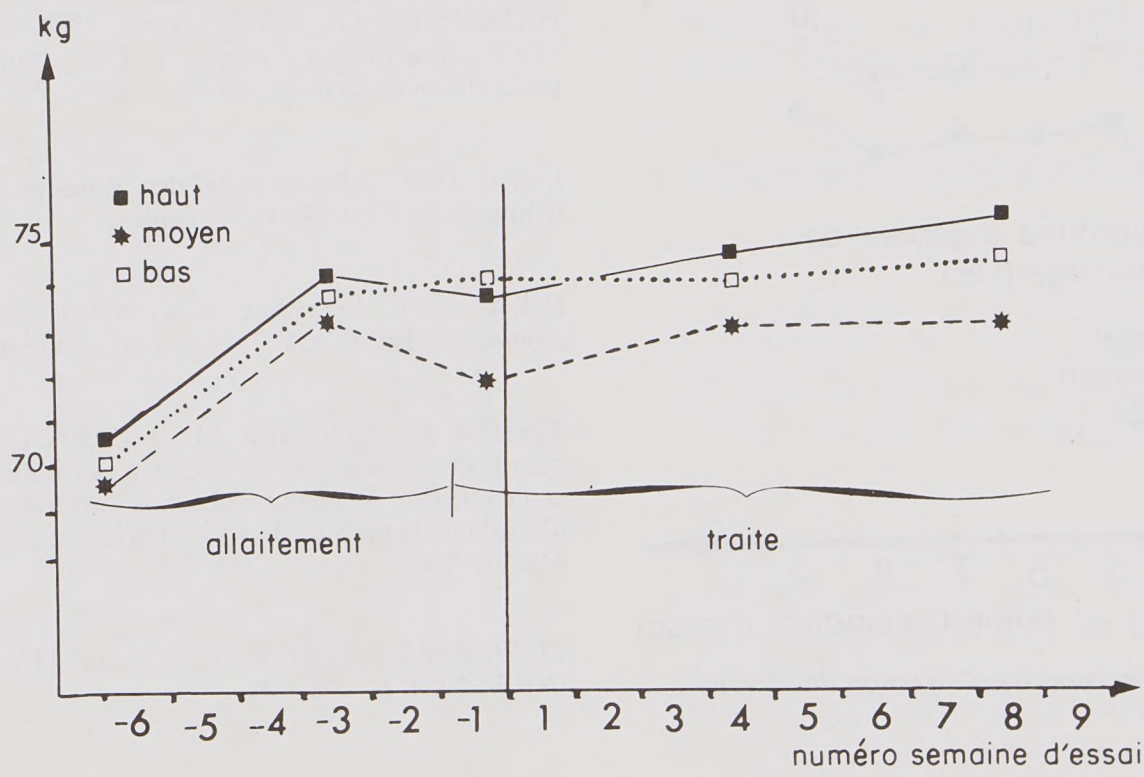
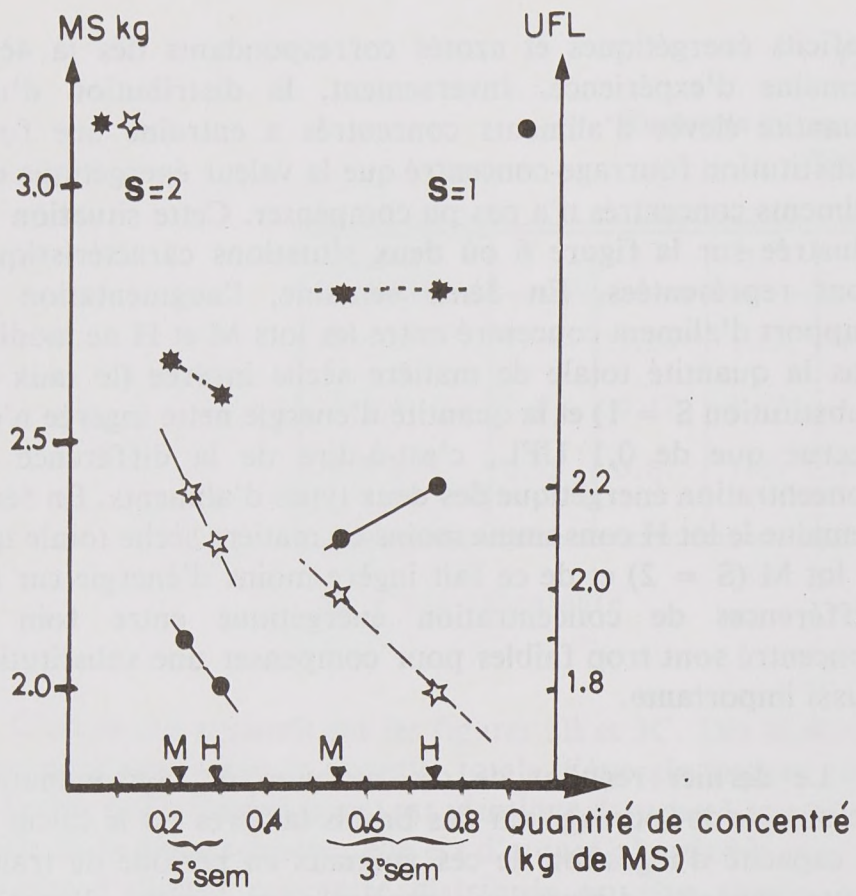


FIG. 5 : *Evolution des poids vifs moyens des brebis*



Quantité de foin ingérée (kg de MS)

Quantité totale de matière sèche ingérée (foin + concentré)

FIG. 6 : *Conséquences des phénomènes de substitution sur les quantités ingérées et le bilan énergétique*

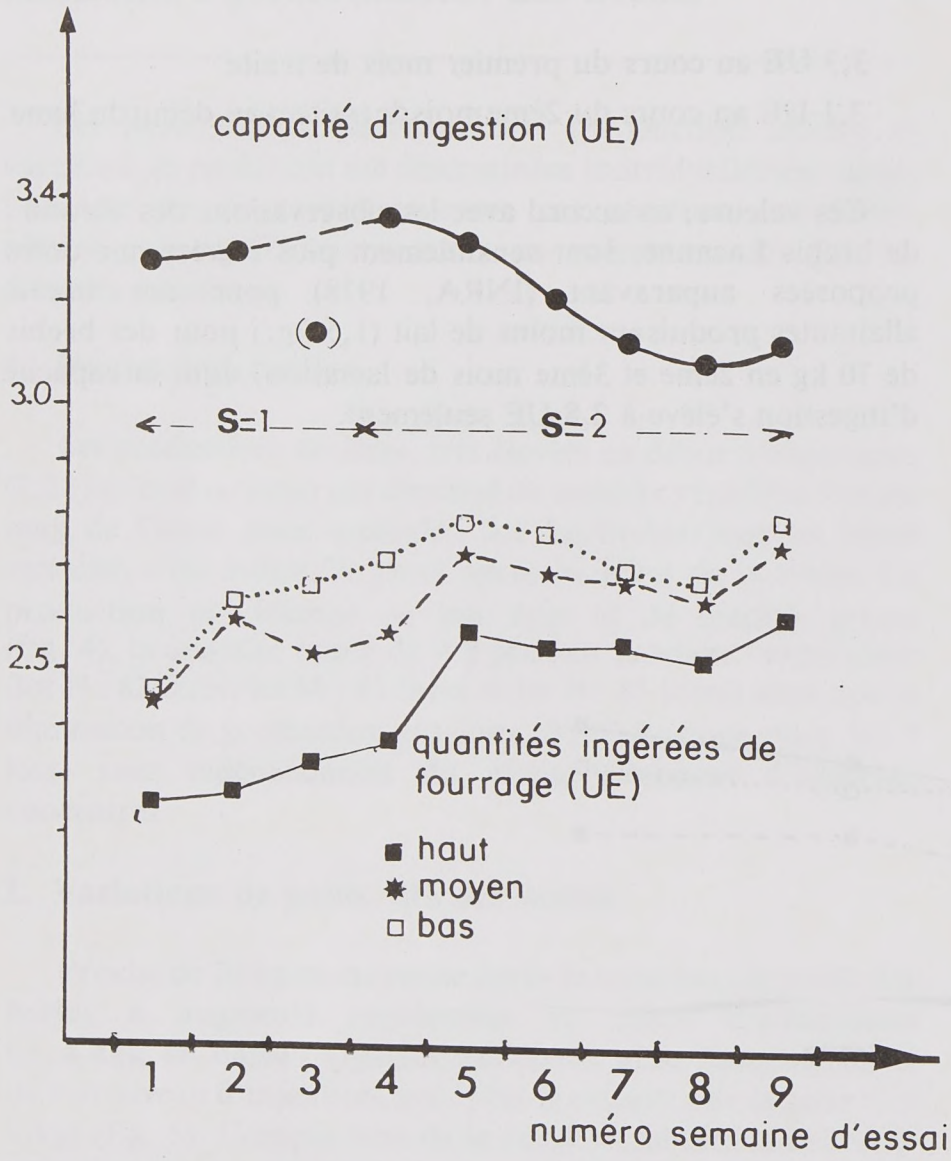


FIG. 7 : *Quantités ingérées et capacité d'ingestion des brebis*

Conclusions

Les résultats reportés dans cet article doivent être interprétés avec précaution car ils n'ont été obtenus que sur un nombre limité d'animaux. Le poids des brebis, leur niveau de production laitière et l'excellente qualité des fourrages offerts étant cependant représentatifs des conditions d'élevage des meilleurs troupeaux du rayon de Roquefort ; il est justifié de souligner à nouveau le principal résultat de cet essai. La distribution d'une quantité croissante d'aliments concentrés à des brebis Lacaune en période de traite, recevant des fourrages d'excellente qualité et très ingestibles, n'a permis d'augmenter ni le niveau des apports alimentaires ni les performances du troupeau.

Références bibliographiques

DULPHY J.P., 1978. Quantités ingérées et phénomènes de substitution ; conséquences pour le rationnement. in ''*La vache laitière*'' INRA, 1978, 87-97.

FOOT J.Z., TISSIER M., 1977. Voluntary intake of food by lactating ewes. EAAP 28th annual meeting. Bruxelles.

FOOT J.Z., RUSSEL A.J.F., 1979. The relationship in ewes between voluntary food intake during frequency and forage intake during lactation and after weaning. *Anim. Prod.*, **28**, 25-39.

HADJIPERIS G., HOLMES W., 1966. Studies on feed intake and feed utilization by sheep. 1. The voluntary feed intake of dry performances lactating ewes. *J. agric. Sci.*, **66**, 217-223.

INRA, 1978. *Alimentation des Ruminants,* Ed. INRA-Publications (route de St Cyr) 78000 Versailles.

INRA, 1981. *Prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants.* Ed. INRA-Publications (route de St Cyr) 78000 Versailles.

TISSIER M., THERIEZ M., MOLENAT G., 1977. Evolution des quantités ingérées par les brebis à la fin de la gestation et au début de la lactation : incidence sur leurs performances. 2. Rations à base d'ensilage de maïs et de foin distribuées à volonté. *Ann. Zootech.*, **26** (2), 149-166.

TISSIER M., THERIEZ M., 1978. in ''*Alimentation des Ruminants*'' INRA, 1978. p. 403-448.

Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1983 (52) 25-36

Mise à l'herbe précoce des veaux laitiers nés à l'automne

2. Systèmes de prairies et résultats zootechniques

R. GIOVANNI*

avec la collaboration de G. ABELARD, S. BOUSSION, J.N. NOUCHET et P. de SAINT-JAN

I.N.R.A., Station de Recherches zootechniques
65, rue de Saint-Brieuc 35042 Rennes Cedex

L'introduction précoce de l'herbe dans l'alimentation des jeunes bovins originaires des troupeaux laitiers peut se révéler intéressante au plan économique et nécessaire dans de nombreuses situations où la culture intensive du maïs engendre des problèmes de structure et de fertilité des sols et supporte souvent une irrégularité de production face au coût annuel d'une telle culture. Pour les jeunes en croissance, comme pour les animaux en production, la recherche de systèmes fourragers faisant une place plus importante à l'herbe devrait conduire à un meilleur équilibre des systèmes herbe-maïs en les adaptant simultanément aux exigences agronomiques et zootechniques de la petite région ou de l'exploitation.

En ce qui concerne l'utilisation de l'herbe par les veaux dès la première année, nous avons rapporté dans un précédent article les résultats de la mise à l'herbe et les performances des veaux frisons au pâturage et pendant la phase hivernale de finition (GIOVANNI, 1982). Le système de prairies utilisé, alors constitué essentiellement de ray-grass italien semé à l'automne et au printemps, a permis des gains de poids vif individuels (980 g/j) et par hectare très satisfaisants, notamment avec un chargement élevé (1000 kg/ha). Cependant, face aux périodes de déficit hydrique possibles à tout moment de la saison, surtout en fin d'été, ce système, annuel et coûteux, a dû être ''sécurisé'' par une prairie pérenne comme le dactyle. Par ailleurs, après avoir obtenu ces références, il devenait nécessaire de s'orienter vers des systèmes constitués de graminées pérennes et adaptés aussi bien aux conditions climatiques et pédo-agronomiques qu'aux exigences des jeunes au pâturage. C'est ainsi qu'à partir de 1978, le ray-grass anglais, le dactyle et la fétuque élevée ont été installés pour constituer deux systèmes de prairies correspondant à des situations différentes : l'un, combinant le ray-grass anglais et le dactyle (système R.G.D.), était destiné à remplacer le système à base de ray-grass italien ; l'autre, combinant dactyle et fétuque (système D.F.), était à même de valoriser des sols sains ou des parcelles humides. Au cours des années 1979, 1980 et 1981, nous avons voulu observer les contraintes et les avantages de chaque système tant au plan de la conduite d'exploitation que des résultats zootechniques des veaux destinés à une production de viande jeune.

* Nouvelle adresse : Station de Recherches sur la Vache laitière
INRA Saint-Gilles - 35590 L'Hermitage

Conditions expérimentales

Les tableaux 1 et 2 présentent les principales conditions expérimentales des trois essais de pâturage. Il importe cependant de rappeler les particularités de chacun d'eux en raison des contraintes matérielles ou climatiques de l'année.

Essai 1979

Deux raisons principales en ont conditionné le déroulement et l'intérêt : 1) les veaux frisons n'ont pu être mis en expérience que le 22 mai, au lieu du 5 avril, en raison de troubles sanitaires graves existant sur d'autres animaux de la station ; aussi, les premiers cycles de toutes les prairies ont dû être ensilés. 2) une sécheresse commencée en juin a réduit la pousse de l'herbe dès les seconds cycles dans les deux systèmes. Des prairies supplémentaires ont dû être utilisées

pour compléter les prairies initialement prévues du système "R.G.D.", ce qui n'a pas été possible pour le système "D.F." (tabl. 2A et 2B). Afin de parvenir à un objectif de croissance compatible avec le devenir des animaux, la complémentation a été modulée en fonction de l'herbe présente ou reconvertie en ration classique pendant les arrêts de pâturage.

Essais 1980 et 1981

Réalisés avec des veaux normands, ces deux essais se sont déroulés dans des conditions assez différentes. En 1980, une fin d'été un peu sèche a diminué la production des derniers cycles de la saison. En revanche, en 1981, une période pluvieuse exceptionnelle en mai-juin (173 mm en 3 semaines) a entraîné un arrêt du pâturage d'une semaine et des retards dans la récolte des excédents. En outre, lors de cet essai, une place plus importante a été donnée au dactyle dans le système "D.F." pour remédier aux inconvénients rencontrés précédemment avec plus de 50 p.100 de fétuque. De même, en 1981, le ray-grass anglais et le dactyle ont remplacé en totalité les ray-grass italiens (tabl. 1).

TABLEAU 1

Conditions expérimentales des essais de 1980 et 1981

ANNEE	1980		1981	
PERIODE D'ELEVAGE	. Elevage à l'extérieur de veaux mâles normands : 28 au poids vif de 50 kg en 1980 et 30 de 56 kg en 1981. . Sevrage à l'âge de 8 semaines : 45 kg d'aliment d'allaitement, 1 repas/jour sur 6 semaines. . Régime : foin et aliment concentré (18 p.100 MAT/MS) à volonté jusqu'à 3 mois ; puis ensilage de maïs à volonté et aliment concentré limité à 1,5 kg/j/veau jusqu'à la mise à l'herbe. . Bon état sanitaire chaque année ; gain de poids vif de 850 g/j en 1980 et de 938 g/j en 1981			
PERIODE DE PATURAGE		ha p.100		ha p.100
Prairies	RGI Sabalan 1979 1.0 35 RGI Sabalan 1980 1.0 35 Dactyle Lucifer 0.8 30	Dactyle Lucifer 1.0 35 Fétuque Ludelle 0.9 64 Clarine 0.9	RGA Vigor 1.2 46 Dactyle Lucifer 1.4 54	Dactyle Lucifer 1.4 51 Fétuque Ludelle 0.9 49 Clarine 0.4
Sol	Limon argileux	Argilo-sableux et limoneux hétérogène	Limon argileux	Argilo-sableux et limoneux hétégorène
Fumure	Semis RGI : N 60 P 150 K 150 Autres prairies : fumure d'entretien (hiver) P 150 K 150 - fumure azotée de mi-mars N 60 fumure azotée après ensilage : 50 unités N/ha (idem pour les RGI) après paturage : 40 unités N/ha			
Parcelles en rotation	RGI : 4 parcelles/ha Dactyle : 3 parcelles	Dactyle : 4 parcelles Fétuques : 4 parcelles/fétuque	RGA : 4 parcelles Dactyle : 5 parcelles	Dactyle : 5 parcelles Fétuques : 3 parcelles(Ludelle) 1 parcelle (Clarine)
Observations	. Prélèvement de 3 échantillons d'herbe de 2 m^2 (moto-faucheuse, hauteur de coupe : 5 cm) à l'entrée des animaux sur chaque parcelle. Pesée des remorques d'ensilage et de foin. . Détermination de la matière sèche et de la digestibilité in vitro (Lila M., 1977) sur un échantillon moyen par cycle.			
ANIMAUX Mise à l'herbe	. 2 lots de 14 veaux âgés de 5 mois le 1er avril. . 17 avril sur RGI et sur Dactyle. . Transition sur 20 jours : blé 1 kg/j, féverole 0,5 kg/j, ensilage de maïs 2,5 kg MS/j/veau.		. 2 lots de 15 veaux du même âge. . 1er avril sur RGA et sur fétuque Clarine. . Transition sur 10 jours : mêmes aliments et mêmes quantités qu'en 1980.	
Chargement : Période 1	. Chargement instantané de 14 veaux/parcelle et moyen de 5 veaux/ha jusqu'au 14 août.		. Chargement instantané de 15 veaux/parcelle et moyen de 5,7 veaux/ha jusqu'au 28 août.	
Période 2	. Chargement instantané de 10 veaux/parcelle et moyen de 3,6 veaux/ha.		. Chargement instantané de 10 veaux/parcelle et moyen de 3,8 veaux/ha.	
Complémentation				
Période 1	. Blé aplati, 1 kg/j et complémentation minérale 12-12 : 100 g/j		. Blé aplati, 1kg/j jusqu'au 21 juin, 0,5 kg/j ensuite. Complémentation minérale 12-12 : 100 g/j.	
Période 2	. Blé, 2 kg maximum, ensilage de maïs : 10 kg maximum complémentation minérale 12-12 : 70 g/j . Foin offert en quantité limitée et réapprovisonné en fin d'utilisation.		. Blé, 1,5 kg/j maximum complémentation minérale 12-12 : 70 g/j . Foin offert comme en 1980	
Observations	. Pesée des veaux chaque semaine (1er mois), chaque quinzaine ou en fin de cycle par la suite, double pesée en fin d'essai. . Surveillance de l'état sanitaire lors de la complémentation journalière et des pesées. . Prélèvements de fecès en juillet et en septembre pour recherche du parasitisme.			

Toutes les graminées sont de caractère tardif de manière à faire coïncider le mieux possible le temps d'adaptation des veaux au pâturage, la pousse du premier cycle, l'ensilage des surfaces excédentaires au stade le plus favorable et les repousses du second cycle. Comme dans les essais antérieurs, l'exploitation des deux systèmes a été conduite en pâturage tournant en se référant à un temps de présence de 5 à 7 jours par parcelle jusqu'au mois d'août et de 3 à 5 jours ensuite, et à un temps de repos de l'herbe variant de 30 à 35 jours environ entre le début et la fin de saison. Par ailleurs, en raison des surfaces disponibles limitées, les lots de 14 et 15 veaux en 1980 et en 1981 ont été réduits à 10 animaux à partir du mois d'août (période 1) afin d'adapter le chargement à l'herbe présente et obtenir un niveau de croissance encore satisfaisant en fin de saison (période 2).

Chaque année, l'allotement des veaux a été réalisé sur la base du poids vif et du gain de poids vif observé depuis le sevrage. La mise à l'herbe a eu lieu dans une parcelle bien clôturée disposant d'un fil électrique pour l'accoutumance à la clôture et de l'équipement classique à l'herbe (abri, eau, ratelier mobile). Après l'ensilage, les parcelles élémentaires ont été délimitées par une clôture électrique définitive.

Résultats

Les trois saisons de pâturage se sont déroulées dans des conditions climatiques dissemblables d'une année à l'autre : les printemps généralement froids ont été suivis d'un été sec en 1979 (43 mm), humide en 1980 (92 mm) et très pluvieux en 1981 (187 mm). Les résultats de 1979 se révèlent ainsi d'un intérêt limité alors que ceux des deux années suivantes, notamment 1980, année assez représentative des moyennes de la région (tabl. 3A), doivent permettre de mieux connaître les possibilités et les résultats d'exploitation par des veaux laitiers des prairies aussi différentes que les ray-grass, le dactyle et la fétuque élevée.

1. L'exploitation du système "ray-grass-dactyle" a été plus souple que celle du système "dactyle-fétuque"

Les données relatives à l'exploitation des prairies sont résumées dans les tableaux 2A et 3A. Chaque année, la date de sortie possible des animaux a conditionné le choix de la prairie de mise à l'herbe et des ensilages à réaliser dans chaque système. En année favorable :

- avec le système "R.G.D.", et principalement avec les R.G.I. de l'été précédent, la mise à l'herbe a nécessité 0,5 hectare de R.G.I. et l'ensilage de 70 p.100 du système alors qu'avec un R.G.A. tardif et une mise à l'herbe début avril, le premier cycle a été pâturé en totalité. Dans les deux cas, les repousses du dactyle ensilé fin avril ont permis par la suite de bien relayer les ray-grass dont la production diminue dès le mois de juin, et en particulier avant l'utilisation d'un R.G.I. de printemps semé souvent trop tardivement. Avec 50 p.100 de dactyle dans le système, la fenaison de la moitié de sa surface a été nécessaire au second cycle ; l'ensemble du système n'a été en effet pâturé qu'à partir de fin juin compte tenu de l'évolution de l'appétit, du poids des veaux et du chargement. En début de saison, les chargements ont été de 28 veaux/ha avec le R.G.I. au lieu de 15 avec le R.G.A. Par la suite, ils ont varié en moyenne de 10 au second cycle, à 6 au troisième cycle et à 3,8 en fin de saison.

TABLEAU 2A

Exploitation par des veaux frisons âgés de six mois des prairies de ray-grass, de dactyle et de fétuques en année défavorable (1979)

1979 Prairies et systeme	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	nov	durée (j)	MS (p100)	MS (t/ha)	D.I.V.* MS (p.100)
R.G.A. Vigor 1978	E				complémentation + arrêt			39	26,5	6,6	61,0
R.G.I. Sabalan 1978	E							23	17,3	5,2	71,0
R.G.I. Sabalan 1979								39	19,1	4,8	75,6
DACT. Lucifer 1978	E							32	38,4	6,8	61,0
R.G.I. Sabalan 1979								36	18,7	4,8	69,2
DACT. Lucifer 1977	E				complémentation + arrêt			50	32,2	7,4	61,8
FET. Ludelle 1977	E			arrêt		arrêt		38	25,4	6,9	65,5
FET. Clarine 1977	E							37	26,6	7,1	65,7
Pluviométrie	11	22	42 5 1 0	0 0 4	20 9 3 1	3 15 51	10 34 23	avril - octobre 302 mm, 50 p.100 avr.et oct.			
E.T.P. Penman (mm/décade)	28	38	34 27 38 34	44 43 42	32 25 28 27	25 16 12	10 6 4	571 mm, 40p.100 juin et juillet			

* D.I.V.MS : coefficient moyen de digestibilité in vitro de la matière sèche (p.100) calculé à partir des coefficients de chaque cycle pâturé.

TABLEAU 2B

Complémentation, gains de poids vif individuels et bilan de pâturage (1979)

SYSTEME DE PRAIRIES	RAY GRASS - DACTYLE			DACTYLE - FETUQUE		
SURFACES		ha	utilisation		ha	utilisation
- initiales	RGI 78	1.0	E + 2P	Dactyle 77	1.8	E + 4P
	RGI 79	1.0	E + 3P	Fétuques 77	1.8	E + 4P
	DACT 78	0.8	E + 4P			
- supplémentaires	RGI 79	1.0	E + 4P	Dactyle Lucifer		
	RGA 78	0.5	E + 4P	Fétuques Ludelle et Clarine (0,9 ha/variété)		
E : ensilage P : paturage						
CONDUITE DU PATURAGE	Durée (j)	Complémentation (kg MS/j)		Durée (j)	Complémentation (kg MS/j)	
- paturage normal (p1)	93	0,9 blé + 0,3 foin		62	0,9 blé + 0,1 foin	
- paturage + ensilage maïs (p2)	32	0,9 blé + 2,7 ensilage		60	0,9 blé + 3,3 ensilage	
- arrêt de paturage (p3)	44	6,8 ensilage,foin,féverole		46	6,2 ensilage,foin,féverole	
Animaux/lot	13			16		
POIDS VIF (kg)						
- à la mise à l'herbe (22-05)	198 ± 17			198 ± 16		
- en fin de saison (07-11)	366 ± 33			354 ± 28		
GAIN DE POIDS VIF (g/j)						
- premier mois	570 ± 90			679 ± 196		
- période normale	997 ± 90			691 ± 150		
- périodes p2 et p3	1162 ± 261			1078 ± 155		
- saison	1055 ± 162			992 ± 111		
BILAN DE LA SAISON						
- Surfaces - prairies (ha)	4,30			3,60		
- complémentation (ha)	1,01			1,30		
- Gain de poids vif brut, *net* (kg/ha)*	404 *365*			427 *356*		
- Ensilages d'herbe (t/ms)	RGA : 1,8	RGI : 3,5	Dactyle : 3,9	Dactyle : 6,8	Fétuques : 7,2	
- UFV . des ensilages	7300			10 480		
. de la complémentation	6080			7 900		

* Le gain de poids vif brut est rapporté à la surface des prairies alors que le calcul de gain de poids vif net tient compte en plus de la surface nécessaire pour la production des aliments de complément.

- avec le système "D.F.", la végétation plus précoce des fétuques comparée à celle du dactyle, a entraîné une mise à l'herbe sur fétuques dès le début avril alors qu'avec une sortie retardée (1980), il a été préférable de mettre à l'herbe sur dactyle et d'ensiler les fétuques. Dans les deux cas, 60 p.100 des prairies ont été ensilées fin avril ou début mai. Ensuite, deux cycles de repousses des fétuques ont dû être réservés à la fauche avec 70 p.100 de fétuques dans le système au lieu d'un seul la seconde année avec 50 p.100 de fétuques seulement. Malgré ces interventions, l'exploitation des fétuques n'a pas été optimum et a entraîné un temps de repos trop élevé pour le dactyle dont une partie aurait dû être fauchée en 1980 (tabl. 3A). Au plan des chargements, ils ont été plus faibles (12 veaux/ha) en début de saison, mais équivalents par la suite à ceux du système "R.G.D." en raison des surfaces fauchées. En tenant compte des chargements instantanés et des temps de pâturage par cycle, les chargements pondérés pour la période 1 en particulier ont cependant été assez proches dans chaque système (tabl. 4).

En année défavorable (1979), le ray-grass anglais au printemps et le dactyle en été ont permis de compléter les faibles productions des R.G.I. jusqu'au mois d'août tandis qu'avec la fétuque, la végétation de fin d'été a cependant supporté deux pâturages. Dans de telles conditions estivales, les chargements moyens ont été voisins de 5 veaux/ha dans le système "D.F." et variables de 3 à 4 en fonction des prairies disponibles dans le système "R.G.D.".

2. *La production fourragère importante du dactyle et de la fétuque implique une récolte des excédents jusqu'en juillet*

Avec une même conduite de la fumure azotée (tabl. 1), les productions de matière sèche totale ont varié de 10 à 13,5 tonnes pour le dactyle et les fétuques, au lieu de 7,5 à 11,5 tonnes pour les ray-grass au cours des 2 années normales (tabl. 3A). En année défavorable, ces productions ont été réduites de moitié, dactyle et fétuques restant supérieurs en moyenne de 2 tonnes de matière sèche aux ray-grass italiens.

TABLEAU 3A

Calendrier d'exploitation et production des prairies

1980	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Temps séjour (j) p1	Temps séjour (j) p2	Temps repos (j) p1	Temps repos (j) p2	MS/ha (t)
R.G.I. Sabalan 1979	E				D			4	3	30	32	11,0
DACT. Lucifer 1978	E							4	4	28	34	9,4
R.G.I. Sabalan 1980	S							2,5	3	24	34	7,3
DACT. Lucifer 1977	E				D			5	2,5	41	40	10,9
FET.C. Clarine 1977	(2 parcs)E		F					3	1,5	31	29	13,9
FET.L. Ludelle 1977	(2 parcs)	E	F	F				4	4	34	30	12,1

Avril-Octobre - pluviométrie : 319 mm, évapotranspiration Penman : 561 mm
Année - " : 657 mm, " " : 634 mm

1981	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Temps séjour (j) p1	Temps séjour (j) p2	Temps repos (j) p1	Temps repos (j) p2	MS/ha (t)
R.G.A. Vigor 1979					D			5	3	33	34	11,6
DACT. Lucifer 1977	E							3,5	3,5	29	34	13,8
DACT. Lucifer 1978	E	F	+F					3,0	2,0	31	35	11,8
DACT. Lucifer 77,78	E				D			4,0	2,5	36	22	12,5
FET. Clarine 1977			+ F					8,0	3,0	40	33	11,2
FET. Ludelle 1977	+ E		+ F					2,5	2,0	35	35	13,5

S : semis, E : ensilage,
F : fenaison, D : déchargement + passage rapide sur un semis de RGA de printemps

Avril-Octobre - pluviométrie : 588 mm, évapotranspiration Penman : 511 mm
Année - " : 905 mm, " " : 593 mm

Pendant la période 1 (avril-août), la production d'herbe par cycle a été assez équilibrée entre les 2 systèmes mais surtout plus régulière avec le dactyle et les fétuques. Pendant la période 2 (fin de saison), dactyle et ray-grass anglais sont apparus à la fois les plus productifs et les mieux pâturés avec les R.G.I. de printemps (tabl. 3B).

En raison de la recherche d'une adaptation des quantités d'herbe offertes aux besoins évolutifs des veaux, la récolte des excédents sous forme d'ensilage puis de foin a été plus importante dans le système "D.F.". Exprimée par hectare, elle a été respectivement au cours des 3 années de 2900, 2900 et 2650 UFV dans le système "D.F." au lieu de 2600, 1600 et 1700 UFV dans le système "R.G.D.". Avec une exploitation en pâturage tournant, un système de prairies pérennes, surtout de dactyle et de fétuques, a nécessité en plus de l'ensilage de printemps, au moins deux récoltes d'excédents, dont la première et la seconde ont représenté respectivement 40 et 25 p.100 du système.

3. *La qualité de l'herbe a été meilleure dans le système "ray-grass-dactyle"*

Pendant la période 1, les quantités d'herbe disponibles par animal ont été voisines entre systèmes et entre années (tabl. 3B). Selon le cycle de pâturage et la prairie, elles ont varié de 3,0 à 3,9 kg MS/100 kg de poids vif. Pendant la période 2, elles ont été de 1,8 et de 3,0 kg MS/100 kg de poids vif respectivement en 1980 et 1981 en raison des différences de pluviométrie de fin d'été et du même déchargement pratiqué chaque année en août. Ces niveaux de disponibilité en herbe sont identiques à ceux obtenus dans les essais antérieurs au cours desquels le gain de poids vif des veaux frisons avaient été de 1000 g/j.

Si l'on retient la digestibilité *in vitro* de la matière sèche pour estimer la valeur nutritive de l'herbe offerte, la qualité du pâturage exploité dans les conditions des essais a été la plus élevée avec les R.G.I. exploités (73 p.100) ou semés (77 p.100) au printemps. Avec le ray-grass anglais et le dactyle, exploités certes à un rythme trop lent, la digestibilité a été en moyenne inférieure de 8 à 10 points à celle des R.G.I., et moins variable entre périodes de pâturage. A l'inverse, les teneurs en matière sèche des prairies pérennes ont varié de 18 à 22 p.100 au lieu de 13 à 17 p.100 pour les R.G.I. (tabl. 3B). Peu différente de celle du dactyle en période 1 (65 p.100), la digestibilité des fétuques a diminué de 5 à 8 points en fin de saison bien que le temps de repos ait été égal ou inférieur à celui de la période 1. La

fétuque Ludelle s'est révélée plus satisfaisante que Clarine à la fois par sa digestibilité et par le comportement plus actif des veaux comparé à celui observé sur Clarine dont les refus ont dû être coupés fréquemment.

4. *Le système ray-grass-dactyle a permis un gain de poids vif de 1000 g/j*

Les tableaux 2 et 4 et la figure 1 présentent l'évolution du poids vif et des gains de poids vif des veaux en fonction des prairies et des périodes de pâturage. Au cours du premier mois de mise à l'herbe, les gains de poids vif n'ont pas été sensiblement influencés par l'année et les conditions de mise à l'herbe, à l'exception de ceux obtenus en 1980 avec un R.G.I. de très bonne qualité et une transition de 20 jours. En revanche, il est apparu que pendant cette phase d'adaptation, les veaux normands ont eu un gain de poids vif très supérieur à celui des veaux frisons mis à l'herbe dans des conditions voisines de 1977 à 1979 (1000 à 1100 g/j au lieu de 650 à 800 g/j).

TABLEAU 3B

Quantité et valeur estimées de l'herbe offerte aux veaux en fonction de la prairie et de la période de pâturage (moyenne/cycle)

1980											
RGI - DACTYLE	MS/cycle (t/ha)	MS p.100	D.I.V. MS	kgMS/j /veau	kgMS/100 kg Poids vif	DACTYLE-FETUQUE	MS/cycle (t/ha)	MS p.100	D.I.V. MS	kg MS/j /veau	kgMS/100 kg Poids vif
RGI 79						DACTYLE					
p1 - 4c	1,64	14,7	73,2	8,8	3,5	p1 - 3c	2,0	18,2	65,8	7,8	3,3
p2 - 2c	0,55	17,1	68,6	5,7	1,5	p2 - 3c	1,5	21,0	66,1	7,3	2,2
DACTYLE						FETUQUE C.					
p1 - 4c	2,1	18,6	66,8	10,2	3,7	p1 - 4c	2,0	18,1	64,0	9,7	3,7
p2 - 2c	1,4	21,4	61,6	5,2	1,6	p2 - 2c	1,2	18,3	56,3	8,6	2,4
RGI 80						FETUQUE L.					
p1 - 2c	1,9	12,8	77,9	11,9	3,9	p1 - 2c	2,1	22,7	68,8	10,0	3,9
p2 - 2c	1,7	14,2	67,2	9,4	2,4	p2 - 3c	1,1	20,0	69,7	4,2	1,4
Résultats par											
période 1	1,9	15,9	71,9	10,0	3,7	1	1,9	19,1	65,7	9,3	3,7
2	1,1	16,8	65,2	7,1	1,7	2	1,1	19,5	63,6	6,3	1,9
1981											
RGA - DACTYLE						DACTYLE-FETUQUE					
RAY GRASS ANGLAIS						DACTYLE					
p1 - 4c	2,3	20,6	66,4	9,2	3,3	p1 - 4c	1,7	20,6	64,9	9,9	3,5
p2 - 2c	1,8	16,5	64,4	12,1	3,2	p2 - 2c	1,1	24,2	65,1	8,3	2,3
DACTYLE						FETUQUE L.					
p1 - 4c	1,8	18,9	66,8	8,6	3,2	p1 - 4c	1,9	20,0	65,3	10,0	3,6
p2 - 2c	1,9	18,6	61,3	11,5	3,0	p2 - 2c	1,7	19,6	59,8	11,0	3,1
						FETUQUE C.					
						p1 - 4c	2,3	21,3	64,5	10,4	3,9
						p2 - 1c	1,1	22,2	57,3	8,7	2,3
Résultats par											
période 1	2,0	19,4	66,6	8,8	3,2	1	2,1	20,5	64,9	9,7	3,6
2	1,9	17,7	62,3	11,8	3,0	2	1,5	21,1	60,8	10,1	2,8

p = période c = cycle D.I.V. MS = digestibilité in vitro de la matière sèche

TABLEAU 4

Chargement, complémentation et gains de poids vif individuels

ANNEE	1980		1981	
Système de prairies	RGI-DACTYLE	DACTYLE-FETUQUE	RGA-DACTYLE	DACTYLE-FETUQUE
DUREE DU PATURAGE (j)				
- période 1	120	119	149	150
- période 2	70	76	57	62
CHARGEMENT PONDERE (veaux/ha) (1)				
- période 1	10,6	10,8	9,3	8,7
- période 2	3,6	3,6	3,8	3,6
- saison	8,0	8,1	8,2	7,5
COMPLEMENTATION (kg/j)				
- période 1 : blé	1,0	1,0	0,8	0,8
foin	0,3	0,4	0,4	0,4
- période 2 : blé	1,1	2,0	1,1	1,1
foin	0,4	0,6	0,7	0,7
ensilage de maïs	7,0	9,0	-	-
POIDS VIF (kg)				
- mise à l'herbe	182 ± 13	182 ± 12	205 ± 22	206 ± 23
- fin période 1	343 ± 25b	303 ± 22b	351 ± 35	331 ± 42
- fin de saison	422 ± 22b	376 ± 22b	405 ± 44	388 ± 46
GAIN DE POIDS VIF (g/j) (2)				
- premier mois à l'herbe	1333 ± 220a	1140 ± 187a	1097 ± 179	1137 ± 248
- deux premiers mois	1073 ± 154b	914 ± 162b	1079 ± 177c	834 ± 206c
- période 1	1284 ± 204d	826 ± 146d	945 ± 158	836 ± 199
- période 2	1259 ± 209	1129 ± 187	1014 ± 108a	796 ± 187a
- saison	1285 ± 85d	943 ± 87d	1000 ± 248a	841 ± 146a

(1) Le chargement pondéré est calculé à partir des chargements moyens et des temps de présence par cycle rapportés au temps total de la période considérée.

(2) Les gains de poids vif ont été calculés par régression entre le poids vif à la mise à l'herbe et 35 jours après pour la première ligne et à partir de la troisième semaine jusqu'en fin de période 1 ou jusqu'en fin de saison.

(3) Les données par ligne-essai affectées des mêmes lettres sont significativement différentes à P 0.05 (a) P 0.02 (b) P 0.01 (c) P 0.001 (d)

Par la suite, dès le second mois de pâturage, les gains de poids vif ont été influencés d'une manière significative par le système de prairies : en fin de période 1, ils ont été au moins de 1000 g/j dans le système "R.G.D." au lieu de 830 g/j dans le système "D.F.". Comme dans les années passées, les gains de poids vif les plus élevés ont été obtenus avec les R.G.I. en particulier lors de l'année du semis. Par ailleurs, si le niveau de croissance a été significativement inférieur avec les fétuques, l'hétérogénéité des gains de poids vif n'a pas été plus élevée dans le système "D.F.". Cette variabilité est principalement due aux animaux les plus légers lors de la mise à l'herbe.

Pendant la période 2, les gains de poids vif obtenus en 1980 ont été supérieurs à 1000 g/j grâce à une complémentation équivalente à 40 p.100 des besoins énergétiques, la disponibilité en herbe étant inférieure à 2,0 kg MS/100 kg poids vif. En revanche, en 1981 avec une disponibilité en herbe de 3,0 kg MS/100 kg poids vif dans les 2 systèmes et une complémentation limitée à 20 p.100 des besoins énergétiques, l'objectif recherché de 1 kg/j n'a été obtenu qu'avec le système "R.G.D." alors qu'avec le système "D.F.", le niveau des gains de poids vif est resté proche de 840 g/j.

5. Le système dactyle-fétuque a produit 85 p.100 des gains de poids vif du système ray-grass-dactyle

Les gains de poids vif bruts ont été respectivement en 1980 et 1981 de 1027 et 970 kg/ha dans le système "R.G.D." au lieu de 860 et 828 dans le système "D.F." soit une différence moyenne de 150 kg/ha en année climatique favorable (tabl. 5). En tenant compte de la complémentation exprimée en surface supplémentaire provenant de la production des compléments, les croîts nets par système ont été inférieurs de 130 à 160 kg/ha par rapport aux croîts bruts.

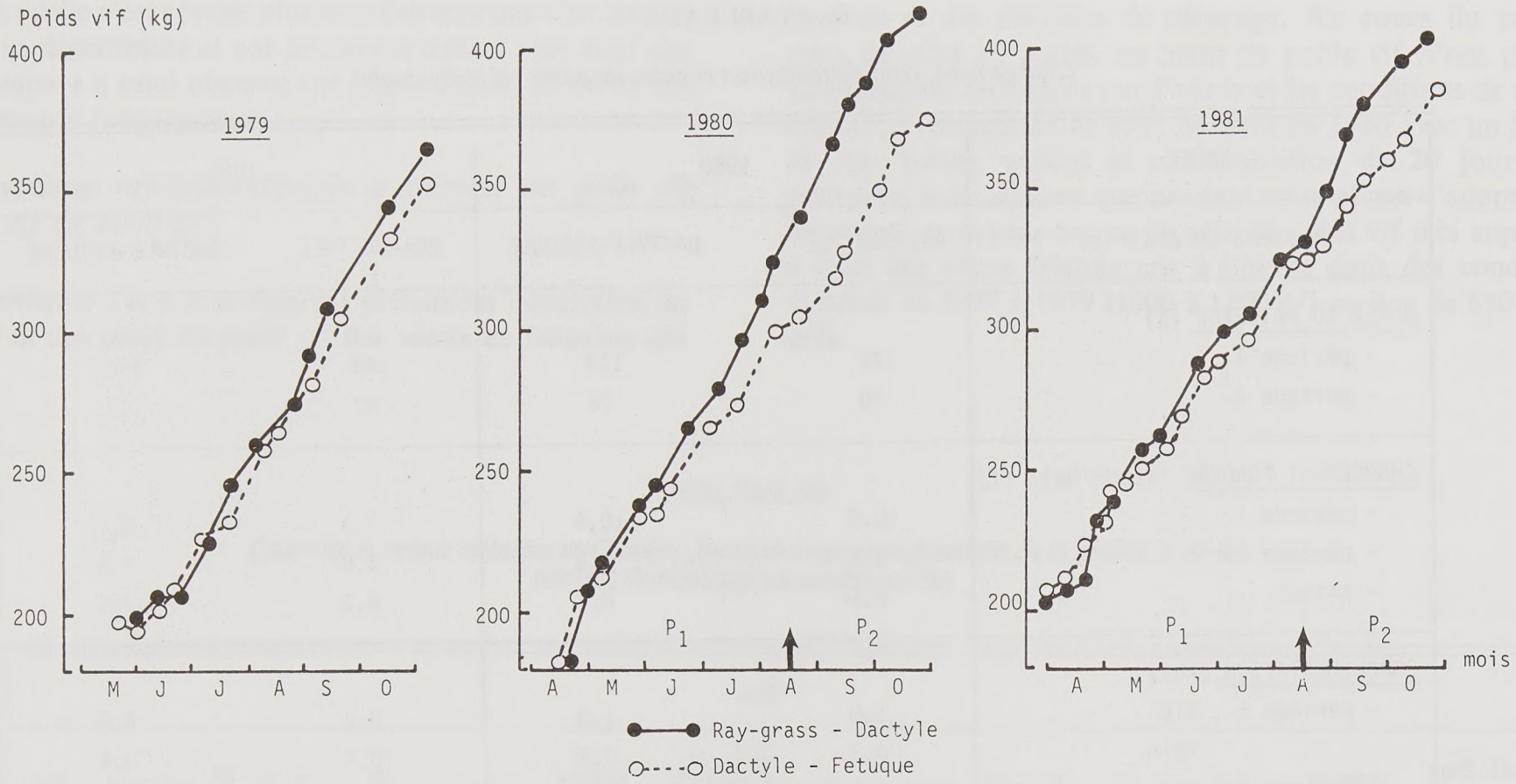


FIG. 1 :*Evolution du poids vif des veaux en fonction du système de prairies et de l'année d'exploitation*

ANNEE	1980						1981					
Système de Prairies	RGI-DACTYLE			DACTYLE-FETUQUE			RGA-DACTYLE			DACTYLE-FETUQUE		
Utilisation des Prairies E : ensilage F : foin P : pâturage		ha	durée (j)		ha	durée (j)		ha	durée (j)		ha	durée (j)
	RGI 79	0,5E + P	77	DACT.	0,5E + P	75	RGA	P	110	DACT.	1,0E + P	94
	RGI 80	P	53	FET.	1,8E	120	DACT.	1,4E +0,4F + P	76	FET.	0,5E +1,3F + P	99
	DACT.	0,8E + P	60		1,5F + P							
		MST	UFV		MST	UFV		MST	UFV		MST	UFV
- Excédents récoltés par système		5,5	4.400		11,2	8.118		5,7	4.300		9,9	7.230
- Complémentation totale			4.798			5.721			3.631			3.968
Gain de poids vif (kg) *		brut	*net*		brut	*net*		brut	*net*		brut	*net*
par hectare - système		1027	*897*		860	*741*		970	*828*		849	*681*
par hectare - prairie	RGI 79	1234	*1038*	DACT.	1010	*850*	RGA	1155	*918*	DACT.	975	*789*
	RGI 80	895	*748*	FET.L.	691	*598*	DACT.	808	*741*	FET.L.	753	*607*
	DACT.	913	*810*	FET.C.	868	*751*				FET.C.	650	*490*
par jour - système		14,7	*12,5*		12,3	*10,5*		13,5	*11,5*		12,3	*9,8*
par jour - prairie	RGI 79	16,0	*13,5*	DACT.	13,4	*10,6*	RGA	12,6	*10,0*	DACT.	14,5	*11,7*
	RGI 80	15,7	*14,1*	FET.L.	12,2	*10,3*	DACT.	14,8	*13,6*	FET.L.	10,7	*8,7*
	DACT.	12,3	*10,8*	FET.C.	11,1	*9,8*				FET.C.	8,9	*6,7*

* Le gain de poids vif brut est rapporté à la surface des prairies alors que l'expression du gain de poids net tient compte en plus de la surface nécessaire pour la production des aliments de complément.

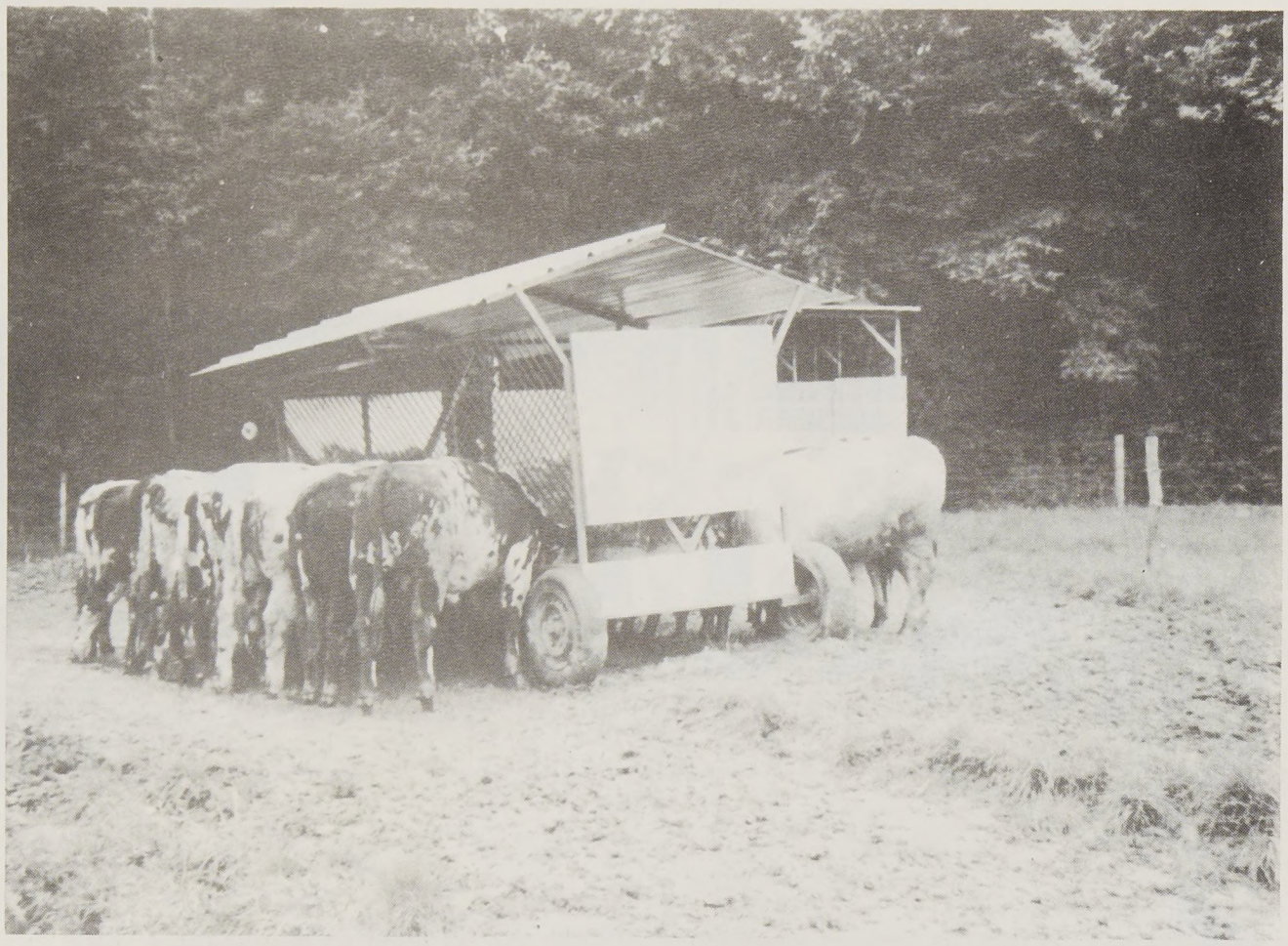
En année défavorable (1979), les gains de poids bruts par hectare ont été réduits à 400 kg/ha, mais avec une mise à l'herbe retardée d'au moins 40 jours, ce qui a représenté une perte moyenne de 150 kg/ha d'après nos essais antérieurs.

Les prairies de ray-grass italien et de ray-grass anglais ont été les plus productives, de même que celles de dactyle compte tenu en particulier des jours de pâturage plus réduits dûs à la récolte de ses excédents. Ainsi ray-grass italien, ray-grass anglais et dactyle ont-ils été capables de produire de 11 à 14 kg de croît net par jour/hectare tandis que ce même croît journalier a été au plus de 10 kg avec la fétuque Ludelle.

Comme dans les essais antérieurs réalisés avec des veaux frisons, les veaux normands utilisant un système du type "R.G.D." et faiblement complémentés ont doublé leur poids vif de mise à l'herbe en 190 à 200 jours de pâturage. Par contre, avec un système du type "D.F.", cet objectif ne peut être atteint qu'avec une complémentation importante surtout en fin de saison.

Clôtures, abri, ratelier mobile et point d'eau sont les conditions d'une bonne sécurité, du confort des veaux et de performances satisfaisantes dès la mise à l'herbe.

En été, un dactyle tardif comme Lucifer, peut supporter un chargement de 12 à 14 veaux/ha et compléter le ray-grass anglais avant qu'ils ne se combinent entre eux à partir de septembre.



La complémentation journalière (céréales, pulpes, ensilage de maïs) est une contrainte, mais elle permet de maintenir une croissance régulière en l'adaptant à l'herbe présente.

En fin de saison, ray-grass anglais et dactyle autorisent un chargement de 5 à 6 veaux/ha et conduisent à un type d'animal de 380 à 400 kg bien développé et apte à bien valoriser les rations hivernales.

Discussion - Conclusion

1. Ray-grass anglais et dactyle peuvent composer un système de prairies bien adapté aux jeunes mis à l'herbe précocement

L'utilisation d'un système basé sur les ray-grass italiens donne les meilleurs résultats zootechniques, mais seulement en saison favorable, tant pour l'installation des prairies de printemps que pour la végétation estivale. En plus du coût annuel de ces cultures, il est néanmoins prudent de prévoir une graminée pérenne comme le dactyle pour mieux pallier les périodes de sécheresse. Ainsi, avec 30 p.100 de dactyle, un système du type ''R.G.I.-Dactyle'' peut fonctionner en pâturage tournant avec des temps de repos de l'herbe de 4 semaines et produire de l'ordre de 1000 kg de gain de poids vif/ha mais avec les seuls ensilages de printemps comme excédents.

Le système ''Ray-grass anglais-Dactyle'' se révèle cependant mieux adapté aux exigences des jeunes à la mise à l'herbe et à l'évolution de leur appétit en face de prairies à caractère tardif. De plus, selon l'année, la portance des sols et la date de sortie, il est possible de mettre à l'herbe sur l'une ou l'autre prairie. Par la suite, ces deux maillons se complètent bien d'autant qu'un dactyle comme Lucifer est très productif en été. Toutefois, ces deux graminées ne seront bien exploitées avec 4 à 5 semaines de repos que si l'on peut faner au moins la moitié du dactyle fin mai-début juin. Avec ce système les productions animales peuvent être voisines de celles du système précédent et complétées d'un excédent fourrager supérieur surtout si l'on réserve plus de 50 p.100 du périmètre au dactyle pour mieux consolider le système en été.

Avec un système du type ''Dactyle-Fétuque'', les difficultés de la maîtrise de l'herbe ont eu plusieurs origines. En 1980 plus particulièrement, il a fallu s'accommoder d'une proportion trop importante de fétuque qui a alourdi le fonctionnement du système. Le nombre de parcelles à faucher insuffisant et la rapidité de repousse des fétuques a contrarié à la fois leur exploitation et celle du dactyle, de même que le temps de séjour par parcelle de fétuque a pu être influencé par l'activité de pâturage moins intense que sur le dactyle. Ainsi, il apparait souhaitable de limiter l'installation des fétuques classiques aux parcelles non valorisables par d'autres espèces. Les nouvelles variétés de fétuques devraient remédier en partie aux inconvénients observés.

2. Avec des animaux complémentés. le chargement instantané peut varier de 16 à 5 veaux/ha entre avril et septembre

Avec une mise à l'herbe à l'âge de 5-6 mois, la capacité d'ingestion des veaux va varier de 4,5 à 8 kg MS/j au cours de la saison alors que simultanément, la production et la qualité de l'herbe diminuent, notamment à l'automne. Les variations du chargement vont ainsi nécessairement coïncider avec la récolte des excédents et en dépendre beaucoup. Même si les chargements moyens par période de chaque année ont été semblables, les chargements instantanés n'en ont pas moins été variables entre prairie de chaque système. Dans ces conditions, et en tenant compte de la complémentation limitée jusqu'en août et adaptée à l'herbe présente ensuite, les chargements moyens par hectare peuvent être de 16 à 20 (3200 - 3500 kg vif/ha) en avril et diminuer ensuite progressivement de 10 à 5 (2800 à 2000 kg vif/ha) entre juillet et septembre dans le système de type ''Dactyle-Fétuque'' ou ''R.G.A.-Dactyle''. En revanche, ils pourraient être vraisemblablement augmentés au moins de 2 unités avec les R.G.I. puisque les gains de poids vif obtenus ont été la plupart du temps supérieurs à l'objectif de 1000 g/j.

3. Valeur alimentaire de l'herbe, chargement et complémentation conditionnent, surtout en fin de saison, le maintien d'un gain de poids vif élevé

En regard d'un niveau d'ingestion qui varie de 2,5 à 2,0 kg MS/100 kg de poids vif pour des animaux de 200 kg à la mise à l'herbe et de 400 kg en fin de saison, une disponibilité de 3 à 4 kg MS/100 kg de poids vif peut paraître trop élevée d'autant qu'une complémentation normale en céréales (1 à 1,5 kg/j) représente 0,4 à 0,6 kg MS/100 kg de poids vif. En réalité, il semble bien que cette disponibilité soit optimum pour que le niveau d'ingestion atteigne au moins 2,0 kg MS/100 kg de poids vif (REARDON, 1977 - TRIGG et MARSH, 1979 - HOLMES, 1983) et que le gain de poids vif dépasse 850 g/j (CLARK et BROUGHAM, 1977). Selon ces mêmes auteurs, une disponibilité supérieure pourrait augmenter le niveau d'ingestion en favorisant encore la faculté de sélection des veaux surtout avec une herbe de digestibilité supérieure à 65 p. 100 (HODGSON *et al.*, 1977). En outre, il faut rappeler que la hauteur de coupe des prélèvements d'herbe, inférieure au pâturage des veaux, surestime l'herbe réellement disponible.

C'est en fin de saison qu'il faudra rechercher la meilleure interaction entre l'herbe disponible par animal et la complémentation d'autant plus que la valeur alimentaire de l'herbe est plus faible à cette époque. En effet, la digestibilité de l'herbe affecte directement les quantités ingérées variables de 20 à 30 g de matière organique par kg de poids vif pour une variation de digestibilité de 65 à 75 p.100, ce qui, simultanément, influence les gains de poids vif de 125 à 200 g/j (HODGSON, 1968, 1977). Ceci explique en grande partie les moins bons résultats obtenus avec les fétuques, sauf dans le cas d'une forte complémentation (1980). En automne, celle-ci devient indispensable au-dessous d'une disponibilité de 2,0 kg MS/100 kg de poids vif si l'on décide de maintenir les mêmes gains de poids vif.

En dernier lieu, compte tenu du comportement alimentaire des veaux pâturant la fétuque élevée, il est probable que l'alternance entre 2 prairies d'appétence différente ne soit pas profitable à une bonne utilisation de la fétuque. En revanche, le phénomène n'apparait pas aussi important entre ray-grass et dactyle. Un dactyle tardif seul, ou à la limite deux dactyles de précocité différente pourraient d'ailleurs constituer l'essentiel des prairies destinées à des jeunes en croissance (GIOVANNI, 1983).

4. Une bonne valorisation de l'herbe doit permettre d'optimiser le système d'élevage et de production de viande jeune

Dans les conditions d'étude globale de ces deux systèmes, le bilan de la saison de pâturage a été plus satisfaisant avec les

ray-grass et le dactyle qu'avec les fétuques. Toutefois, ces dernières prairies peuvent valoriser certaines surfaces humides et éloignées avec 700 à 800 kg de croît/ha et un excédent fourrager compensant bien la complémentation apportée. Le bilan par système a bien entendu été influencé par la gestion du pâturage (date et prairie de mise à l'herbe, interaction chargement-surfaces fauchées, niveau de complémentation d'automne,...) et une meilleure maitrise du système ''Dactyle-Fétuque'' aurait réduit l'écart moyen de 80 p.100 avec le système ''Ray-grass-Dactyle''.

Par ailleurs, indépendamment du système de prairies, les niveaux de croissance de 1000 et 800 g/j au pâturage entre 6 et 12 mois représentent bien deux objectifs compatibles avec une production de viande de 16 et 22 mois respectivement (MOURIER, 1982 - PLAI, 1982). Selon le caractère intensif ou non du système d'élevage, ils peuvent être atteints en jouant principalement sur le chargement et la complémentation afin de valoriser au maximum la prairie et le régime hivernal de croissance-finition. Le pâturage précoce tend en effet à augmenter la capacité d'ingestion des animaux à leur rentrée à l'étable (PLAI, 1980 - GIOVANNI, 1983), ce qui pourrait alors modifier le rationnement hivernal classique et dans une moindre mesure, semble-t-il, le type et la qualité de carcasse produits (HOULBERT, 1982).

Rappelons en dernier lieu qu'une telle expérimentation comporte des inconvénients majeurs soit à cause de sa localisation géographique, soit en raison de contraintes ou variations annuelles induisant approximation et correction d'un essai à l'autre. Les résultats acquis au cours des six dernières années n'en paraissent pas moins capables d'organiser au mieux la mise à l'herbe précoce des veaux laitiers et d'adapter leur système de prairies aux conditions pédo-climatiques de l'Ouest.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier particulièrement les personnes des stations I.N.R.A. de Lusignan et de Rennes pour leur participation à ce programme d'expérimentation.

Références bibliographiques

CLARK D.A., BROUGHAM R., 1979. *Proc. N.Z. Soc. anim. Prod.*, **39**, 265-274.

GIOVANNI R., 1982. *Bull. tech. C.R.Z.V. Theix* I.N.R.A. **49**, 59-67.

GIOVANNI R., 1983. Travaux non publiés.

HODGSON J., 1968. *J. agric. Sci. Camb.*, **70**, 47-51.

HODGSON J., CAPRILES J.M., FENLON J.S., 1977. *J. agric. Sci. Camb.*, **89**, 743-750.

HODGSON J., JAMIESON W.S., 1981. *Grass Forage Sci.*, **36**, 39-48.

HOLMES W., ZOHY J.L.F., 1983. *J. agric. Sci. Camb.*, **100**, 139-148.

HOULBERT J.M., 1982. *Viande jeune à l'herbe,* 83-93. Editions I.T.E.B.

LILA M., 1977. *Ann. Amél. Plant.*, **27** (1), 117-128.

MOURIER C., 1982. *Viande jeune à l'herbe,* 43-47. Editions I.T.E.B.

PLAI C., 1980. Etude n°106. I.T.C.F.

PLAI C., 1982. *Viande jeune à l'herbe,* 48-52. Editions I.T.E.B.

REARDON T.F., 1977. *Proc. N.Z. Soc. anim. Prod.*, **37**, 58-61.

TRIGG T.E., MARSH R., 1979. *Proc. N.Z. Soc. anim. Prod.*, **39**, 260-264.

Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1983 (52) 37-41

Influence de la nature de l'aliment complémentaire sur les performances de génisses recevant de la paille

J.P. DULPHY et J. BONY*

Laboratoire des Aliments
**Domaine INRA de Laqueuille - 63280 Laqueuille*

Depuis 1976 nous distribuons, chaque hiver, des rations à base de pailles à nos génisses de race laitière, âgées de 2 ans (DULPHY et GOMEZ—CABRERA, 1977 ; DULPHY et ANDRIEU, 1980). Ces génisses ne vêlent en effet qu'à 3 ans. Elles peuvent alors recevoir pendant l'hiver des fourrages pauvres, à condition toutefois de les complémenter correctement (HODEN, 1981) en énergie, azote, minéraux et vitamines.

Compte tenu de sa valeur d'encombrement élevée, la paille n'est jamais consommée en quantité très élevée et certains éleveurs pensent que cette quantité peut être améliorée par l'apport de mélasse. La mélasse peut avoir deux effets : apporter de l'azote et donc améliorer la vitesse de digestion de la paille dans le rumen, améliorer l'appétence de cette paille.

Il nous a donc paru intéressant de comparer la mélasse à des compléments plus ''classiques'' tels que le maïs-grain et des pulpes déshydratées de betterave, ceci pour compléter sur des animaux en production, le travail que nous avons entrepris chez le mouton sur l'influence de la nature du concentré sur la valeur des pailles (DULPHY *et al.,* 1982). Nous l'avons fait en 1980-81, en composant des régimes iso-azotés et pratiquement iso-énergétiques, du moins d'après les Tables d'Alimentation (essai 1).

Nous avons poursuivi ce travail en 1981-82, mais en comparant alors seulement deux compléments très différents : le maïs-grain et la pulpe déshydratée de betterave (essai 2).

Matériel et méthodes

Les principales conditions expérimentales sont notées dans le tableau 1. Dans l'essai 1 nous avons utilisé une paille d'orge associée à un foin de prairie naturelle de second cycle (regain) destiné à permettre une bonne activité cellulolytique dans le rumen. Dans cet essai les quantités de concentré (mélasse, maïs et pulpe) ont été calculées pour apporter la même énergie nette par jour, soit 1,7 UFL par animal, et avoir des régimes iso-azotés (9,5 p.100 de MAT/kg de MS). Dans l'essai 2 nous avons aussi utilisé de la paille d'orge normale et du regain, mais aussi de la paille d'orge légèrement enrichie en ammoniac et distribuée sans regain.

Les caractéristiques des aliments utilisés sont rapportées dans le tableau 2.

Les animaux de race laitière, croisés Holstein, ont été mis en place au domaine INRA de Laqueuille, les 17 novembre 1980 et 1er décembre 1981. Les lots ont été constitués d'après l'âge et le poids des animaux après deux semaines d'adaptation à l'étable. On a contrôlé ensuite l'ingestion de chacun de ces lots avec un régime identique pendant 3 semaines. Les animaux étaient sur litière de paille, mais nous avons limité le plus possible le renouvellement de cette litière. Ils ont reçu chaque jour 100 g de complément minéral vitaminisé de type 10/17.

TABLEAU 1

Conditions expérimentales

	Essai 1 : 1980 - 81	Essai 2 : 1981 - 82
Fourrages	- Paille d'orge	- Paille d'orge - Paille d'orge + NH_3
	- Regain de graminées	- Regain de graminées
Concentré	A. Tourteau d'arachide	
	B. Mélasse	
	C. Maïs-grain broyé aggloméré	C. Maïs-grain
	D. Pulpe déshydratée de betterave broyée agglomérée	D. Pulpe
	E. Concentré à 18 % de MAT	E. Concentré à 18 % de MAT
Animaux	Génisses FF x Ho et MO x Ho	idem
début essai	Âge : 22 mois	Âge : 23 mois
	Poids : 445 kg	Poids : 480 kg
Période pré-expérimentale	2 sem. : 5 kg foin + paille	2 sem. : foin
	Mise en lot	Mise en lot
	3 sem. : paille à volonté 2,5 kg de regain 2 kg de conc. E	3 sem. : paille non traitée à volonté + 2,5 kg de regain + 2 kg de conc. E
Période expérimentale	79 jours + 7 jours de transition	52 jours + 7 jours de transition
	4 lots de 10 animaux	4 lots de 10 animaux
	Paille à volonté + regain +	. Paille non traitée à volonté + 2,5 kg de regain + 1,6 kg de maïs ou 2 kg de pulpe
	I 0,11 kg de t. arachide II 2,5 kg de mélasse III 1,6 kg de maïs IV 2 kg de pulpe	. Paille + NH_3 à volonté + 1,6 kg de maïs ou 2 kg de pulpe
Période post-expérimentale	2 semaines : Paille à volonté + 2,5 kg de regain + 2 kg de concentré E	2 semaines : Foin à volonté
Conditions diverses	- génisses en lot sur aire paillée	
	- flushing de 10 jours avec 2 kg de concentré E lors de l'insémination	idem
Mesures	- Quantités offertes et refusées par lot (4 jours/semaine)	
	- Teneurs en MS des aliments (1 fois/semaine)	
	- Double pesée des animaux avant chaque changement de régime, 10 jours après la distribution des régimes expérimentaux, + 2 fois lors de la période expérimentale.	

TABLEAU 2

Caractéristiques des aliments utilisés

	Essai 1						Essai 2					
	Paille	Regain	Tourteau arachide	Mélasse	Maïs	Pulpe	Paille non traitée	Paille + NH_3	Regain	Maïs	Pulpe	Concentré E
Teneur en M.M.	57	59	60	116*	19	59	82	81	65	16	73	76
" MAT (g/kg de MS)	29	160	500	103	117	93	35	77	170	101	86	172
" CB	457	246	134	-	28	208	474	458	284	25	166	86
Valeur UFL/kg de MS	0,45*	0,77*	1,06*	0,94*	1,27*	0,99*	0,39**	0,54**	0,77*	1,27*	0,99*	1,08*
Valeurs PDI												
PDIE (g/kg MS)	41	93	177	60*	121	94	38	45	96	114	90	120
PDIN	18	99	315	58*	88	61	21	42	105	76	56	120

* estimée d'après les Tables INRA (1978)

** estimée d'après une mesure de digestibilité sur moutons

Les gains de poids des animaux au cours des essais ont été appréciés grâce à des pesées à la fin du régime préexpérimental, 10 jours après le début du régime expérimental et à la fin de la période expérimentale. Dans chaque cas nous avons pesé les animaux pendant 2 jours consécutifs. Une pesée a été faite ensuite au cours d'une 3e journée, les animaux ayant été mis à jeûn. En outre, les animaux ont été pesés, sans mise à jeûn, en début et fin d'hiver. En effet nous avons voulu comparer plusieurs méthodes de mesure des gains de poids car ces gains peuvent être facilement modifiés par des variations importantes des contenus digestifs en cours d'essai, liées probablement à des variations des quantités de paille ingérées.

Résultats

. Quantités ingérées

Les quantités d'aliment ingérées sont rapportées dans le tableau 3. La capacité d'ingestion des différents lots, pour chaque essai, appréciée par la mesure des quantités ingérées avant la période expérimentale, n'a pas été identique. Nous avons donc ajusté les quantités de paille ingérées pour ramener les différents lots à une même capacité d'ingestion.

Il apparaît alors que dans l'essai 1 les quantités de paille ingérées ont été très proches d'un traitement à l'autre (4,17 kg de MS en moyenne) sans avantage pour les animaux ayant reçu la mélasse. En utilisant les valeurs ajustées on peut calculer les taux de substitution fourrage/concentré pour la mélasse, le maïs et la pulpe : ils sont égaux respectivement à 0,08, 0,05 et 0,07.

Dans l'essai 2, les deux pailles d'orge ont été très bien ingérées (respectivement 4,85 avec 2,10 kg de foin pour la normale et 7,16 kg de MS pour celle légèrement enrichie en NH_3).

. Gains de poids

Nous avons estimé les gains de poids des animaux de trois façons différentes (tabl. 3) :

- selon les conditions habituelles, les animaux étant sur leurs régimes expérimentaux respectifs et en tenant compte des variations de quantités de paille ingérées,
- en prenant la même période que précédemment et les pesées à jeûn,
- en comparant les poids avant et après la période expérimentale.

Entre ces trois méthodes, les résultats sont relativement concordants dans l'essai 1, mais pas dans l'essai 2. La faible longueur de la période expérimentale explique peut-être dans ce cas la mauvaise concordance entre la première et la troisième méthode. Dans l'essai 1, les gains de poids des animaux du lot témoin sont significativement inférieurs à ceux des autres, sauf à celui du maïs-grain. Les animaux avec pulpe ont eu des gains de poids significativement supérieurs à ceux des autres lots, sauf avec celui ayant reçu la mélasse. Dans l'essai 2, il n'y a pas eu d'écarts significatifs en faveur de la pulpe avec la première paille, mais une tendance favorable avec la seconde.

. Valeur alimentaire des rations et des pailles étudiées

Nous avons estimé les valeurs des rations à partir des performances calculées par la seconde méthode. Il est en effet possible, à partir de ces performances, d'en déduire approximativement les besoins énergétiques et la capacité d'ingestion des animaux, puis la valeur énergétique et la valeur d'encombrement des pailles utilisées, Avant de faire ces calculs, nous avons comparé les apports et les besoins en PDI (tabl. 4).

TABLEAU 3

Quantités ingérées et performances des génisses

	Essai 1				Essai 2			
	Régime témoin	Mélasse	Maïs	Pulpe	Maïs	Pulpe	Maïs	Pulpe
Quantités de MS ingérées (kg/j) :								
- paille non traitée (valeur ajustée)	4,26	4,10	4,20	4,14	4,98	4,73	-	-
- paille + NH_3	-	-	-	-	-	-	7,12	7,20
- regain	2,13	2,13	2,13	2,13	2,10	2,10	-	-
- tourteau d'arachide	0,10	-	-	-	-	-	-	-
- mélasse	-	2,00	-	-	-	-	-	-
- maïs	-	-	1,35	-	1,40	-	1,40	-
- pulpe	-	-	-	1,72	-	1,74	-	1,74
- concentré E (correspondant au flushing)	0,24	0,24	0,24	0,24	0,33	0,33	0,33	0,33
Poids vif moyen (kg)	452	473	453	463	504	498	498	493
Gain de poids vif (g/jour)								
- sur pesées normales période expérimentale	25 ± 128^{a}	206 ± 178^{bc}	113 ± 153^{ab}	326 ± 143^{c}	640 ± 176^{a}	620 ± 208^{a}	497 ± 173^{a}	613 ± 141^{a}
- sur pesées à jeûn	52 ± 115^{a}	284 ± 130^{bc}	154 ± 144^{ab}	310 ± 127^{c}	554 ± 157^{a}	546 ± 256^{a}	304 ± 112^{b}	425 ± 107^{ab}
- sur pesées début - fin hiver	17 ± 88^{a}	244 ± 56^{bc}	172 ± 103^{b}	289 ± 121^{c}	356 ± 81^{a}	425 ± 204^{a}	353 ± 92^{a}	322 ± 113^{a}
Quantité réelle de paille ingérée (kg MS)	4,51	4,24	4,16	3,81	5,23	4,75	7,11	6,94

TABLEAU 4

Valeur alimentaire des rations et des pailles

	Essai 1				Essai 2			
	Régime témoin	Mélasse	Maïs	Pulpe	Maïs	Pulpe	Maïs	Pulpe
Apports de PDIE	430	522	562	546	600	578	520	460
- PDIN (g/jour)	353	433	435	414	476	457	445	429
Besoins en PDI	350	420	380	410	490	490	430	460
Apports d'UFL par les compléments	2,0	3,77	3,60	3,60	3,75	3,70	2,13	2,08
Besoins UFL	4,8	5,5	5,1	5,4	6,3	6,3	5,7	6,0
Valeurs UFL calculée de la paille	0,62	0,41	0,36	0,47	0,49	0,55	0,50	0,56
Part des besoins énergétique d'entretien couvert par la paille (%)	60	37	32	38	51	52	71	78

Dans l'essai 1 les performances n'ont vraisemblablement pas été limitées par l'apport de matières azotées car l'apport strict de PDIN couvrait déjà les besoins des animaux. Un léger recyclage par la salive devrait suffire alors à assurer une marge de sécurité. Dans l'essai 2 les apports en PDIN ont été, par contre, un peu faibles avec la pulpe, mais dans la limite des déficits admissibles.

Si on admet que les compléments des pailles sont utilisés correctement par les animaux on peut, à partir de leurs performances, donner une valeur aux pailles. Les résultats de ce calcul sont rapportés dans le tableau 4. Dans l'essai 1, l'apport de concentré a diminué la valeur de la paille de 0,2 UFL/kg de MS, ce qui est considérable. Le concentré qui a le moins affecté, apparemment, la valeur de la paille est la pulpe. Il en est de même dans l'essai 2, et au total, pour les trois comparaisons il y a eu une augmentation de + 0,08 UFL/kg de MS de la valeur de la paille en remplaçant le maïs par la pulpe.

Notons enfin la différence de valeur entre la paille utilisée dans l'essai 1 et celle, non ammoniaquée, de l'essai 2. Dans l'essai 1 en effet la paille avec maïs ou pulpe n'a couvert que 35 p.100 des besoins d'entretien des animaux, contre un peu plus de 50 p.100 dans l'essai 2 (besoins estimés respectivement à 4,7 et 5,0 UFL/jour). La paille ammoniaquée, distribuée sans regain, a couvert 75 p.100 de ces besoins. Enfin, en affectant aux animaux une capacité d'ingestion de 9,75 UE dans l'essai 1 et de 10,4 dans l'essai 2, on peut estimer la valeur d'encombrement des trois pailles utilisées, respectivement à 1,63 , 1,42 et 1,33 UEB/kg de MS.

Discussion et conclusion

Les quantités de paille ingérées par les génisses au cours de l'essai 1 ont été tout à fait comparables à celles enregistrées dans nos précédents essais récapitulés par HODEN (1981). Dans l'essai 2 la valeur d'encombrement de la paille normale a été inférieure de 13 p.100 par rapport à celle de l'essai 1, ce qui est exceptionnel, mais souligne bien la variabilité de l'ingestibilité des pailles.

La quantité de paille ingérée a été pratiquement indépendante de la nature des différents concentrés utilisés. Cela provient vraisemblablement en grande partie de leur part élevée dans les rations (maximum de 24 p.100 avec la mélasse). On ne peut donc rien conclure, dans ces essais, quant aux valeurs d'encombrement relatives du maïs et de la pulpe, alors que dans les essais de VERITE et DULPHY (1981), MULLER et BERANGER (1979) et BERGE (1982) la pulpe, du moins à des niveaux d'apport plutôt faibles, semble légèrement plus encombrante que le maïs.

Dans l'essai 1 la mélasse n'a également pas eu d'effet notable sur les quantités de paille ingérées. Cela provient peut-être du fait que les rations comparées ont été iso-azotées et qu'en fait l'effet de la mélasse signalé dans la pratique, passe d'abord par un apport d'azote avec des rations qui en sont en général mal pourvues. Dans notre essai la mélasse n'a donc pas eu d'effet positif sur l'ingestion de la paille. Utilisée à un niveau plus élevé, la mélasse pourrait même avoir un léger effet dépressif sur l'ingestion de fourrage grossier comme l'a observé GUERIN (1980) avec des moutons.

Au niveau de la valorisation énergétique des pailles nos essais confirment l'effet dépressif du maïs-grain, probablement à cause de l'action négative de l'amidon qu'il contient sur l'activité cellulolytique des microbes du rumen (DULPHY *et al.*, 1982). Cela signifie que pour obtenir des gains de poids comparables avec le maïs et la pulpe de betterave, il faudrait apporter une quantité d'énergie nette plus élevée avec le maïs, quantité que nous ne pouvons cependant pas préciser.

Au plan zootechnique il s'avère donc que la mélasse et la pulpe de betterave sont des compléments corrects de la paille. En l'absence de concentré la ration paille + regain a bien permis de couvrir les besoins d'entretien des animaux, mais il est nécessaire, pour que ces animaux soient fécondés normalement de leur assurer une complémentation substantielle en concentré lors de l'insémination.

Références bibliographiques

BERGE Ph. 1982. *Interactions entre les fourrages et les aliments concentrés*. 105 p. Thèse de Docteur-Ingénieur. Université de Montpellier.

DULPHY J.P., ANDRIEU J.P., 1980. Valeur alimentaire des pailles traitées à la soude pour des génisses de deux ans. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA*, **39**, 11-14.

DULPHY J.P., GOMEZ-CABRERA A., 1977. Utilisation des pailles traitées à la soude par les bovins. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA*, **30**, 23-34.

DULPHY J.P., KOUASSI A., BIENAIME A., 1982. Etude de la valeur alimentaire des pailles de céréales traitées ou non à la soude. II - Influence de la nature du complément énergétique. *Ann. Zootech.*, **31** (3), 215-232.

GUERIN H., 1980. Interactions digestives entre les fourrages et les aliments concentrés. Rapport de DEA. Université de Clermont II, 80 p.

HODEN A., 1981. Utilisation des pailles de céréales par les génisses d'élevage. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA*, **44**, 13-16.

MULLER A., BERANGER C., 1979. Utilisation des pulpes de betteraves déshydratées en complément d'ensilage d'herbe par les bovins en croissance et à l'engrais. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA*, **35**, 53-58.

VERITE R., DULPHY J.P., 1981. Effet de la nature de l'aliment concentré sur l'ingestion et les performances des vaches laitières. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA*, **45**, 15-21.

Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1983 (52) 43-51

La complémentation azotée des rations d'ensilage pour les vaches laitières(1)

R. VERITE*, J.P. DULPHY**, M. JOURNET*

** I.N.R.A., Station de Recherches sur la Vache laitière, St-Gilles - 35590 L'Hermitage*
*** Laboratoire des Aliments*

Une complémentation azotée efficace des rations pour ruminants nécessite une estimation correcte de la valeur azotée vraie des différents aliments, en particulier des fourrages. Ce problème devient d'autant plus important que les vaches produisent plus, que la diversité en qualité des sources azotées est plus grande et que la pression économique s'accroît. Pendant longtemps, ces considérations n'ont pas été primordiales ; on utilisait alors le système des matières azotées digestibles (MAD). Quoique correct dans des situations moyennes, le système des MAD présente, on le sait maintenant, beaucoup de défauts.

Par ailleurs, il existe des tendances récentes en élevage laitier vers une complémentation azotée plus précise afin d'éviter un gaspillage d'azote et d'obtenir la production laitière maximale. Dans la pratique, cet objectif peut être atteint grâce aux progrès dans la connaissance de la digestion et du métabolisme des matières azotées, qui ont été regroupés dans des nouveaux systèmes d'évaluation de la valeur azotée des aliments et des besoins des animaux. Ceci est vrai en particulier en France avec le système des PDI proposé par l'I.N.R.A. (JARRIGE *et al.*, 1978 ; VERITE *et al.*, 1979) et en Grande-Bretagne avec le système de l'ARC (ROY *et al.*, 1977 ; ARC, 1980).

Nous traiterons donc ici de la complémentation azotée des rations d'ensilage d'herbe et de maïs, en prenant en compte les effets du niveau des apports azotés et de la nature de la source azotée. Nous nous préoccuperons en particulier de la période critique au début de la lactation (2). Tous ces aspects seront développés à partir d'expérimentations conduites au cours des 10 années passées dans le ''Département de l'Elevage des Ruminants'' à l'I.N.R.A. de Theix.

(1) Ce texte a été présenté à Dublin en septembre 1982 au cours d'un Séminaire de la CEE sur l'utilisation et la conservation des matières azotées des fourrages.

(2) A ce propos nous renvoyons le lecteur à l'article de JOURNET *et al.* (1983) paru dans le numéro 51 de ce bulletin.

Ensilage d'herbe

La valeur azotée réelle d'un ensilage semble plus facile à estimer pour le maïs que l'herbe car la teneur et la ''dégradabilité'' des matières azotées de l'ensilage d'herbe sont, en général, plus élevées et plus variables que celles de l'ensilage de maïs.

Les études récentes sur l'ensilage d'herbe (CASTLE *et al.*, 1969, 1974, 1976 ; LAIRD, 1979 ; ADAMSON, 1979 ; GORDON *et al.*, 1979, 1980) ont montré que la production de lait des vaches recevant ces fourrages s'accroît encore lorsque l'apport de MAD dépasse largement les recommandations théoriques de 60 g de MAD par kg de lait à 4 p.100 de MG. La raison en est que la valeur réelle des ensilages d'herbe dépend non seulement de leur teneur en MAT, mais aussi de leur qualité de conservation comme cela a été démontré par des mesures relatives aux quantités d'azote non-ammoniacal arrivant ou absorbé dans l'intestin grêle.

Cinq essais ont été conduits entre 1977 et 1980 pour comparer 2 ou 3 niveaux d'apports de tourteaux, soit de soja (essais 1, 2 et 3), soit d'un mélange soja-colza traité au formol (essais 4, 5). Différents ensilages directs d'herbe traités ou non à l'acide formique furent utilisés et distribués soit en quantités légèrement limitées dans les 3 premiers essais, soit à volonté dans les 2 autres (DULPHY, ANDRIEU et DEMARQUILLY, 1979 et 1980).

Les principaux résultats sont donnés dans le tableau 1 et les réponses obtenues au niveau de la production laitière sont reliées à l'apport d'azote dans la figure 1. L'apport optimum de MAD est compris entre 65 et 75 g/kg de lait à 4 p.100 de MG dans les 3 premiers essais et seulement 50-55 g dans les 2 autres. De même la teneur optimale en MAT est comprise entre 16 et 18 p.100 pour les premiers essais et est voisine de 15 p.100 pour les autres. D'autre part, les différents résultats sont beaucoup plus homogènes lorsque l'apport d'azote est exprimé en PDI, comme cela est clairement montré dans la figure 1 : les niveaux optimaux sont compris entre 50 et 55 g de PDI par kg de lait à 4 p.100 de MG pour l'ensemble des essais. Cette valeur est légèrement plus élevée que la valeur recommandée de 50 g, ce qui est dû probablement à une légère surestimation de la valeur de l'ensilage (DEMARQUILLY et JARRIGE, 1982).

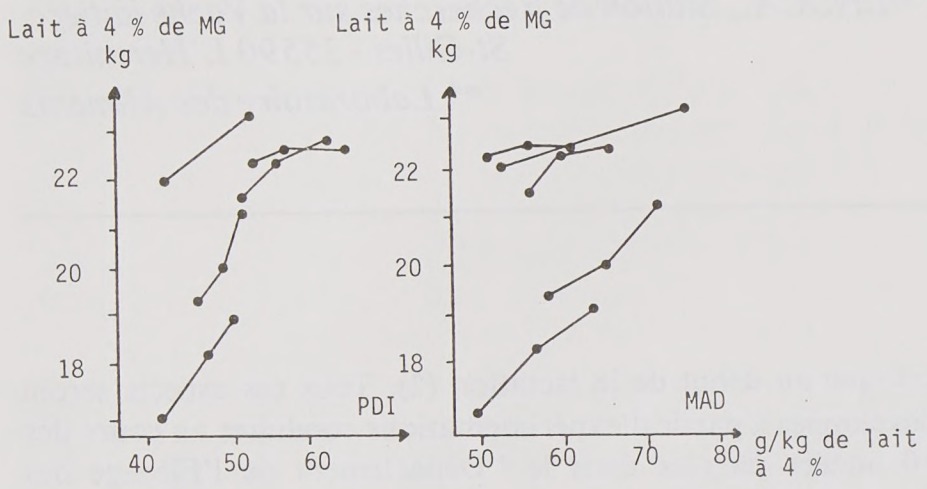


FIG. 1 : *Influence de l'augmentation des apports azotés sur la production laitière*

Ensilage de maïs

Lorsque la teneur en MAT et la ''dégradabilité'' de l'azote des fourrages sont moyennes, ou élevées, comme dans la plupart des ensilages d'herbe, les besoins des microbes en azote ammoniacal sont en général couverts.

Avec les ensilages de maïs, par contre, l'apport d'azote ammoniacal est insuffisant pour permettre une activité microbienne normale dans le rumen. La couverture des besoins azotés des microbes est alors primordiale. Le déficit peut être couvert par des aliments complémentaires contenant des matières azotées très dégradables, mais aussi par de l'azote non protéique industriel, tel que l'urée.

Complémentation en azote non protéique

Les règles pratiques pour l'utilisation de l'urée ont été tirées de nombreux essais, conduits en particulier aux USA (cf HUBER et KUNG, 1981 ; CHAPULA, 1972). Pour améliorer leur application, de nouvelles études étaient nécessaires. Ainsi, SATTER et ROFFLER (1975), grâce à des mesures des niveaux d'ammoniac dans le rumen, ont conclu que l'urée était utilisée efficacement jusqu'à un seuil critique de 12-14 p.100 de MAT. Les nouveaux systèmes d'évaluation de la valeur azotée ouvrent de nouvelles voies de réflexion, comme le montrent les essais 6 et 7 (tabl. 2 et fig. 2) dans lesquels les différents niveaux de distribution d'urée (0 à 12 g/kg de MS) conduisent à des apports d'azote allant de 65 à 105 p.100 des besoins de la microflore estimés d'après le système des PDI (VERITE 1978, 1980).

TABLEAU 1

Influence de la complémentation azotée avec l'ensilage d'herbe sur la production laitière en milieu de lactation

Expérience n°	I		II			III			IV			V		
CARACTERISTIQUES DE L'ENSILAGE (1)														
- MS	23,0		20,9			20,0			22,1			22,3		
- MAT % MS	13,1		15,4			12,8			12,6			13,8		
- UFL/kg de MS	0,94		0,91			0,82			0,90			0,86		
- MAD/kg de MS	86		107			78			73			75		
- PDIN/kg de MS	78		92			76			74			85		
- PDIE/kg de MS	78		84			74			76			88		
Niveau de complémentation azotée	Bas	Haut	Bas	Moyen	Haut	Bas	Moyen	Haut	Bas	Moyen	Haut	Bas	Moyen	Haut
QUANTITES INGEREES (kg de MS/j)														
- Ensilage	11,1	11,3	9,8	9,9	9,9	8,2	8,7	8,8	11,1	11,4	11,7	12,4	12,9	12,9
- Concentré	3,9	3,9	4,4	4,8	4,9	4,7	5,0	5,1	4,3	4,2	4,5	3,5	3,6	3,6
(dont tourteau)	(0,64)	(1,99)	(0,18)	(0,84)	(1,51)	(0,13)	(0,82)	(1,48)	(1,31)	(1,63)	(2,01)	(0,88)	(1,18)	(1,57)
- Lait (kg à 4 % MG/j)	22,0	23,3	19,4	20,1	21,3	16,8	18,2	19,0	21,6	22,4	22,6	22,3	22,6	22,5
- Gain de poids vif g/j (2)	15	199	254	176	236	8	51	132	236	158	269	176	194	213
- MAT % MS	14,4	18,5	14,9	16,0	17,7	13,0	14,4	16,2	14,7	15,5	16,2	14,8	15,4	16,3
- Apport de MAD) g/kg de lait à 4% MG(3)	48	77	55	64	75	44	53	65	52	57	65	49	54	62
- Apport de PDI)	40	54	45	49	54	37	46	52	49	53	60	52	57	62

(1) Dans tous les cas : ray-grass anglais 1er cycle, haché fin et (sauf essai IV) conservé avec de l'acide formique.

(2) En prenant en compte les variations de contenu digestif.

(3) Différence entre Apports et Besoins d'entretien rapportée à la production de lait du lot le plus élevé dans chaque essai.

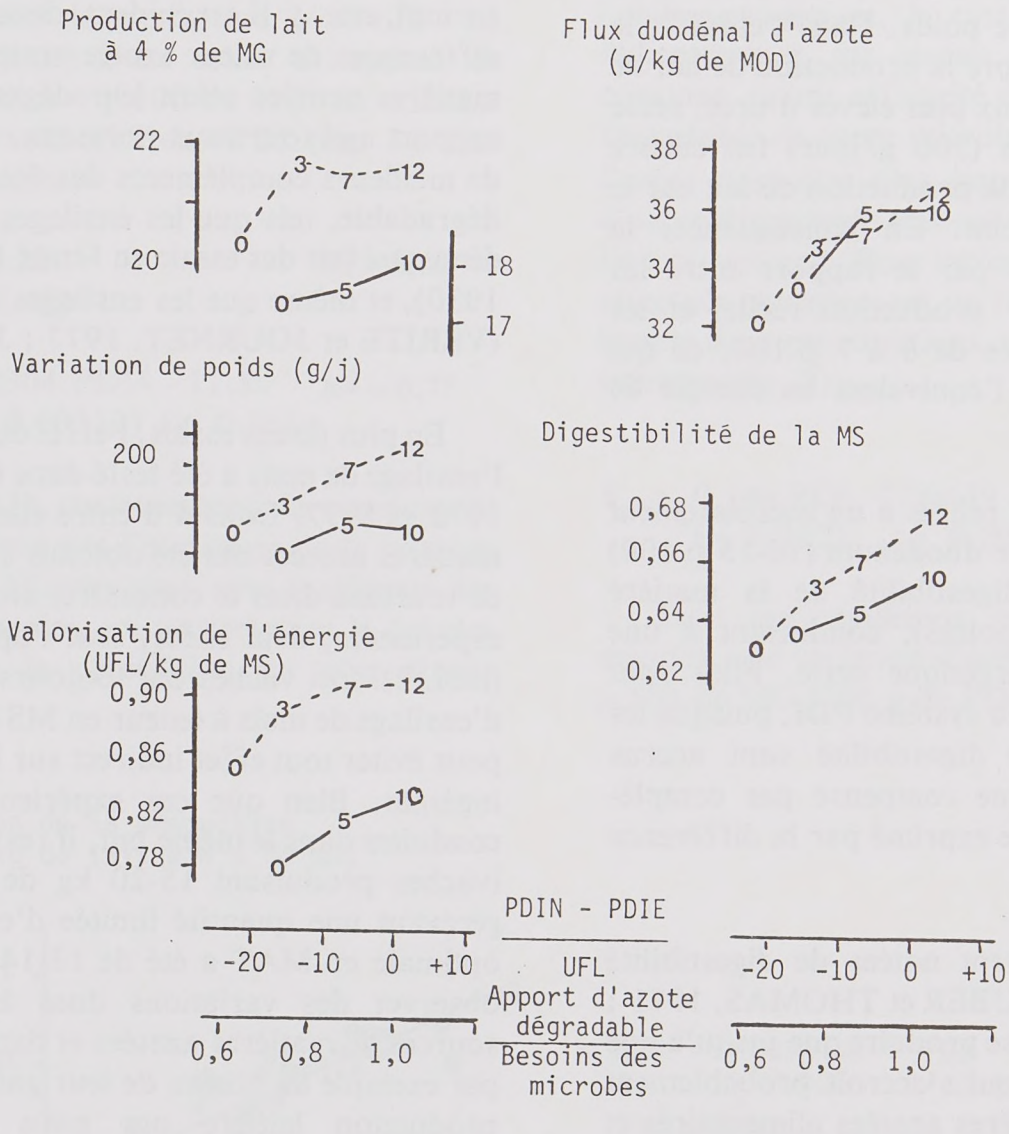


FIG. 2 : *Influence de l'apport d'azote non protéique sur la production de lait et la digestion*

TABLEAU 2

Influence de la complémentation azotée avec l'ensilage de maïs sur la production laitière en milieu de lactation

Expérience.....	2a		2b		3		5			6					7			
Niveau de tourteaux (kg)(4)	Bas (0,14)	Moyen (0,68)	Bas (0,01)	Moyen (0,25)	Bas (0,10)	Moyen (0,44)	Bas (0,25)	Moyen (0,58)	Haut (0,93)	Bas (0,36)			Moyen (0,77)		Bas (0,58)			
Niveau d'urée (g/j) (1)										0	70	150	0	150	0	70	120	200
QUANTITES INGEREES (kg/j)																		
- Ensilage.....	9,7	9,8	10,8	11,3	10,2	10,1	9,5	9,9	9,8	10,3	10,4	10,4	10,2	10,5	10,7	11,2	11,6	11,0
- Concentré.....	3,3	3,5	4,2	4,0	2,2	2,2	3,3	3,4	3,5	4,8	4,7	4,7	4,8	4,6	4,9	5,0	4,9	5,0
- Lait (kg à 4 % MG/j)...	15,4	16,6	17,1	17,3	14,1	15,1	15,3	16,9	16,7	17,3	17,5	18,1	18,2	18,1	20,3	21,7	21,4	21,6
- Gain de poids vif (g/j) (2)	- 55	96	100	55	121	86	131	261	156	- 96	12	- 19	- 10	121	- 19	67	196	261
- MAT % MS.....	12,6	14,0	12,1	12,7	12,2	13,3	13,3	14,0	15,0	11,3	12,6	13,7	12,2	14,9	11,3	12,1	13,2	14,7
- Apport de MAD (g/kg de lait à 4% de MG (3)	46	59	50	56	44	53	53	62	70	42	53	62	49	72	37	45	54	63
- Apport de PDI (g/kg de lait à 4% de MG (3)	38	48	44	48	36	40	42	49	55	39	45	50	45	56	37	43	49	53
- Déficit d'azote non protéique en g $\frac{PDIN - PDIE}{UFL}$										-16	- 7	2	- 15	3	-22	- 14	- 7	2

(1) L'urée a été introduit dans l'ensilage de maïs à raison de 10-14 g/kg de MS selon l'essai

(2) En prenant en compte les variations de contenu digestif (4,5 kg/kg de MS ingérée)

(3) Différence entre Apports et Besoins d'entretien rapportée à la production de lait du lot le plus élevé dans chaque essai

(4) Tourteau de soja dans les essais 2a, 2b, 3 et mélange de tourteaux de soja et de colza tannés dans les essais 5, 6 et 7.

Dans l'essai 6, la production de lait à 4 p.100 de MG, s'est accrue progressivement avec l'apport d'urée ; on a observé un accroissement simultané du gain de poids. Dans l'essai 7, le bas niveau d'apport d'urée a amélioré la production de lait de 7 p.100. Cependant, avec des niveaux plus élevés d'urée, seule une amélioration du gain de poids (300 g/jour) fut encore notée, mais pas d'amélioration de la production de lait car le potentiel des animaux était atteint. En conséquence, la valorisation de l'énergie, calculée par le rapport entre les besoins énergétiques (entretien + production réelle) et les quantités ingérées, a été augmentée de 6 à 7 p.100, ce qui correspond approximativement à l'équivalent en énergie de 1 kg de concentré.

Ces améliorations peuvent être reliées à un accroissement du flux de protéines entrant dans le duodénum (10-15 p.100) et à une augmentation de la digestibilité de la matière organique des régimes (2 et 5 points), conduisant à une augmentation de leur valeur énergétique nette. Elles sont concordantes avec les indications du système PDI, puisque les paramètres de production et de digestibilité sont accrus chaque fois que l'apport d'urée ne compense pas complètement le déficit d'azote dégradable exprimé par la différence PDIE - PDIN (fig. 2).

Les augmentations fréquemment notées de digestibilité (HOLTER et KABUGA, 1974 ; HUBER et THOMAS, 1971 ; WOHLT *et al.*, 1978) ne semblent se produire que jusqu'à une teneur en MAT de 13-15 p.100 qui s'accroît probablement avec la non-dégradabilité des matières azotées alimentaires et avec le niveau de production des animaux par le biais de différences dans les possibilités de recycler l'azote.

L'apport d'urée (ou plus généralement les sources d'azote non protéique) est intéressant lorsque la valeur PDIN du régime est plus faible que sa valeur PDIE. La quantité qui peut être distribuée correspond au rapport du déficit en PDIN sur la valeur PDIN de l'urée (c'est-à-dire 1,61 g de PDIN par g d'urée) :

$$\text{Quantité d'urée à distribuer (g)} = \frac{\text{Apport total de PDIE-Apport total de PDIN}}{1{,}61}$$

L'emploi d'azote non-protéique dépend donc, non seulement des caractéristiques des fourrages, mais aussi des caractéristiques des compléments azotés (VERITE, 1978).

Dans la pratique, un léger déficit en PDIN n'a pas besoin d'être compensé avec de l'urée alimentaire grâce au recyclage de l'urée endogène. Cependant, un déficit important, supérieur à 12 g/UFL, doit être évité pour empêcher des effets négatifs sur l'ingestion, la digestibilité et la production, même si les besoins de l'animal sont couverts par une ingestion élevée de matières azotées non dégradables (JOURNET, 1981).

Complémentation azotée optimale de la vache laitière

Comme pour l'herbe, un apport optimal de matières azotées ne peut être défini sans prendre en compte les caractéristiques des sources de matières azotées complémentaires. Les aliments complémentaires peuvent contenir de l'azote peu dégradable, soit naturellement (farine de poisson, drèches,...), soit après certains traitements (chauffage, formol, etc...). Il est évident, dans la pratique, qu'il existe des différences de valeur azotée vraie des différentes sources de matières azotées selon leur dégradabilité. Par exemple, par rapport aux tourteaux normaux, ceux traités au formol sont de meilleurs compléments des fourrages dont l'azote est très dégradable, tels que les ensilages d'herbe, comme cela a été démontré par des essais en ferme (BARATON et PFLIMLIN, 1980), et même que les ensilages de maïs associés à de l'urée (VERITE et JOURNET, 1977 ; JOURNET, 1979).

En plus de ces essais, l'effet du niveau d'apport azoté avec l'ensilage de maïs a été testé dans 6 expériences réalisées entre 1972 et 1977. Dans 4 d'entre elles, les différents niveaux de matières azotées ont été obtenus en augmentant la proportion de tourteau dans le concentré, alors que dans les 2 dernières expériences, déjà citées, seul l'apport d'urée était augmenté (tabl. 2). Les vaches ont toujours reçu des quantités limitées d'ensilage de maïs à teneur en MS élevée ($\geqslant$ 28 p.100 de MS) pour éviter tout effet indirect sur les quantités volontairement ingérées. Bien que ces expériences n'aient pas toutes été conduites dans le même but, il ressort que dans ces conditions (vaches produisant 15-20 kg de lait à 4 p.100 de MG et recevant une quantité limitée d'ensilage de maïs), la teneur optimale en MAT a été de 13-14 p.100 ; toutefois, on a pu observer des variations dues à des différences dans les sources de matières azotées et dans les réponses des animaux, par exemple au niveau de leur gain de poids. Les résultats de production laitière ont paru en concordance avec la recommandation de 60 g de MAD/kg de lait à 4 p.100 de MS puisque le fait d'accroître l'apport de MAD a provoqué une réponse positive à chaque fois que l'apport total était inférieur à 55 g par kg de lait, mais plus aucun accroissement de la production laitière lorsqu'il a dépassé 60 g. L'expérience 7 a été une exception, mais il y avait alors un déficit important d'azote dégradable pour certains lots et une part de la réponse fut observée au niveau du gain de poids. La concordance semble donc un peu meilleure qu'avec l'ensilage d'herbe, probablement parce qu'une proportion plus élevée de MAT ne provenait pas de l'ensilage, mais du complémentaire azoté. De même, les résultats étaient bien en accord avec la recommandation de 50 g de PDI/kg de lait.

Comparaison entre le système des MAD et celui des PDI pour évaluer la valeur azotée des régimes à base d'ensilage

Pour apprécier la réponse marginale de production laitière à la complémentation azotée, les résultats de tous les essais déjà cités avec les ensilages d'herbe et de maïs ont été regroupés. Pour tenir compte des variations entre essais, les réponses en lait à une augmentation des apports azotés ont été calculées en prenant la différence entre une production de ''référence'', estimée pour chaque essai. On a estimé que la production de ''référence'' correspondait à celle atteinte pour les apports recommandés (60 g de MAD ou 50 g de PDI par kg de lait à 4 p.100 de MG) ; elle a été calculée par intrapolation ou extrapolation.

Un total de 30 lots de vaches a été pris en compte (tabl. 1 et 2, excepté pour l'essai 3 pour lequel une extrapolation aurait pu être incorrecte). La réponse de production laitière (Y - kg de lait à 4 p.100 de MG/jour) a été reliée à l'apport de matières azotées (g/kg de lait à 4 p.100 de MG) en utilisant soit le système des MAD, soit celui des PDI (fig. 3). Les équations correspondantes sont :

MAD $Y = 0{,}053\ MAD - 3{,}22$ $R^2 = 0{,}62$
$(\pm\ 0{,}008)\ (\pm\ 0{,}42)$

PDI $Y = 0{,}383\ PDI - 0{,}00304\ PDI^2 - 11{,}55$ $R^2 = 0{,}75$
$(\pm\ 0{,}129)\ (\pm\ 0{,}00312)\ (\pm\ 0{,}36)$

Avec le système des MAD, curieusement, la composante curvilinéaire MAD^2 n'améliore pas l'étroitesse de la relation (R^2 = 0,620 contre 0,619). D'autre part, avec le système des PDI, la relation est curvilinéaire, en accord avec la loi des rendements décroissants, et la corrélation est plus étroite qu'avec la teneur en MAD.

Par ailleurs, la précision peut être encore améliorée, dans le système des PDI, en prenant en compte l'azote recyclé. Fondamentalement, le système des PDI prend en compte, indirectement, un niveau de recyclage de l'azote bas et constant, et une efficacité de 1 pour la conversion de l'azote dégradable en azote microbien. A l'occasion, le recyclage de l'azote peut être plus important lorsque les déficits élevés d'azote dégradable existent comme dans les essais 6 et 7 pour les lots sans urée. Pour inclure un tel effet, de nouveaux calculs effectués en supposant un recyclage maximum de 10 p.100 de l'azote dans ces situations, améliore la relation qui devient la suivante (fig. 3) :

$Y = 0{,}546\ PDI - 0{,}00439\ PDI^2 - 16{,}40$ $R^2 = 0{,}84$
$(\pm\ 0{,}122)\ (\pm\ 0{,}00122)\ (\pm\ 0{,}30)$

Dans ces conditions, par rapport aux apports recommandés, une variation d'apport de 10 g de PDI/kg de lait à 4 p.100 de MG (200 g de PDI pour 20 kg de lait à 4 p.100 de

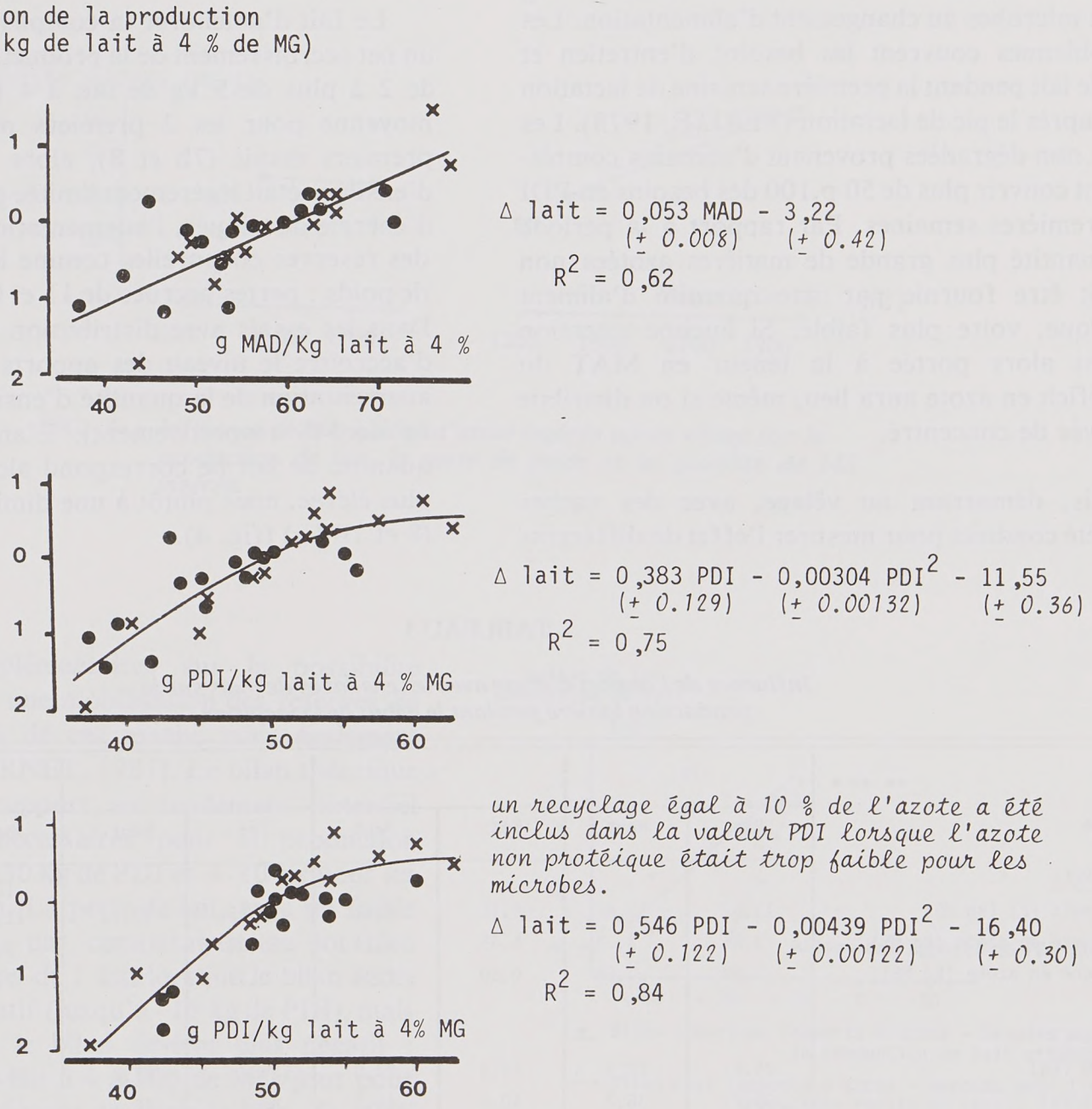


FIG. 3 : *Influence sur l'augmentation de la production laitière de l'apport d'azote calculé de différentes façons*

- Essais avec herbe (x) ou maïs (•)

Le niveau d'apport d'azote est calculé ainsi :

$$\frac{\text{Apport d'azote - besoins d'entretien}}{\text{production laitière de référence}}$$ (voir le texte)

MG) donnerait une réponse de - 1,5 kg au-dessous des recommandations et de + 0,6 kg au-dessus. En d'autres termes, une variation de 20 p.100 de l'apport de PDI pour la production de lait provoque respectivement des réponses de - 8 et + 3,3 p.100 au niveau des productions de lait. De telles réponses sont égales à 40 et 15 p.100 de celles qui sont attendues (1 kg de lait pour 50 g de PDI). Les réponses marginales sont équivalentes à celles généralement observées lorsqu'on modifie l'apport d'énergie.

Ainsi, les réponses de production semblent beaucoup plus logiques à expliquer dans le système PDI que dans celui des MAD, même si certaines améliorations restent à faire pour évaluer correctement la valeur PDI des ensilages.

Alimentation azotée en début de lactation

Les besoins azotés sont trés élevés juste après le vêlage et le risque de sous-alimentation azotée est alors grand à cause de la faible capacité d'ingestion de la vache et du délai d'adaptation des microbes au changement d'alimentation. Les protéines microbiennes couvrent les besoins d'entretien et seulement 5 kg de lait pendant la première semaine de lactation contre 12-15 kg après le pic de lactation (VERITE, 1978). Les matières azotées non dégradées provenant d'aliments complémentaires doivent couvrir plus de 50 p.100 des besoins en PDI pendant les 3 premières semaines. Par rapport à la période suivante, une quantité plus grande de matières azotées non dégradables doit être fournie par une quantité d'aliment concentré identique, voire plus faible. Si aucune attention particulière n'est alors portée à la teneur en MAT du concentré, un déficit en azote aura lieu, même si on distribue une quantité élevée de concentré.

Quatre essais, démarrant au vêlage, avec des vaches multipares, ont été conduits pour mesurer l'effet de différents niveaux de complémentation azotée avec des ensilages de maïs. Le principal objectif était alors de déterminer jusqu'où une vache peut tolérer une sous-alimentation azotée pendant le début de sa lactation sans que sa production laitière décroisse ou sans que sa santé, sa reproduction et son poids vif ne soient affectés (REMOND et JOURNET, 1981). Dans chaque essai, les vaches ont reçu de l'ensilage de maïs avec urée comme seul fourrage et des aliments concentrés selon leur production laitière attendue. A partir du vêlage seulement, les lots à bas niveau d'azote ont reçu un concentré contenant une proportion constante de tourteau (15-20 p.100) comme cela se fait habituellement. Pour les lots à haut niveau d'azote, la proportion de tourteau dans le concentré a été ramené de 100 p.100 pendant la première semaine à 15-20 p.100 à la fin du deuxième mois de lactation afin de couvrir des besoins en azote dès le vêlage. Dans ces conditions, la teneur en MAT de la ration est passée de 18-20 p.100 au cours de la première semaine à 13,5 p.100 huit semaines plus tard, alors qu'elle restait constante durant toute cette même période (près de 13,5 p.100) pour les lots à bas niveau d'azote.

Le fait d'améliorer la complémentation azotée a entraîné un net accroissement de la production de lait : selon les essais, de 2 à plus de 5 kg de lait à 4 p.100 de MG par jour en moyenne pour les 2 premiers mois (tabl. 3). Dans les 2 premiers essais (7b et 8), alors que la quantité distribuée d'ensilage était légèrement limitée pour avoir la même quantité d'énergie distribuée, l'augmentation a été obtenue aux dépens des réserves corporelles comme le démontrent les variations de poids : pertes accrues de 11 et 6 kg respectivement (fig. 4). Dans les essais avec distribution à volonté (9 et 10), le fait d'accroître le niveau des apports azotés se traduit par une augmentation de la quantité d'ensilage ingérée (+ 2 et + 2,4 kg de MS respectivement). L'amélioration observée de la quantité de lait ne correspond alors plus à une mobilisation plus élevée, mais plutôt à une diminution de la perte de poids (8 et 16 kg) (fig. 4).

TABLEAU 3

Influence de l'apport d'azote avec les ensilages de maïs sur la production laitière pendant le début de la lactation

Essai n°	7b		8		9		10 (1)		
Apport d'azote	Bas	Haut	Bas	Haut	Bas	Haut	Bas	Moyen	Haut
QUANTITES INGEREES									
- Ensilage de maïs (2) (kg MS)	11,87	11,47	9,10	9,51	10,68	12,73	11,70 (3)	13,81	14,14
- Concentré pauvre en azote (kg MS)	3,86	3,+4	5.45	4,24	5,09	3,76	2,77	2,84	2,01
- Concentré riche en azote (kg MS)	0,98	1,68	0,60	1,84	0,39	1,73	1,20	1,20	2,06
PRODUCTION DE LAIT									
- Lait à 4 % MG (kg)	25,6	28,9	24,1	27,0	25,7	27,6	26,1	30,8	31,7
- Taux azoté (g/kg)	39,7	38,2	40,5	40,5	40,4	40,2	42,4	44,4	45,0
- Taux butyreux (g/kg)	31,9	31,6	33,1	33,0	31,1	32,2	33,3	33,7	33,2
- Variation de poids (1) (kg)	- 17	- 26	- 9	- 15	- 21	- 13	- 29	- 17	- 13
Apport d'énergie (UFL)	16,5	16,4	14,4	14,7	14,5	16,2	14,1	15,8	16,2
Apport de PDI (g)	1 478	1 758	1 384	1 744	1 414	1 882	1 296	1 698	1 950
Teneur en MAT de la ration	13,8	15,3	13,5	16,0	13,6	15,3	12,1	15,0	16,7

(1) Semaines 1 à 8, sauf pour l'essai 10 (1 à 6)

(2) Avec 150 à 200 g d'urée par jour (même quantité pour chaque essai) sauf pour le lot "Bas" dans l'essai 10.

(3) Sans urée

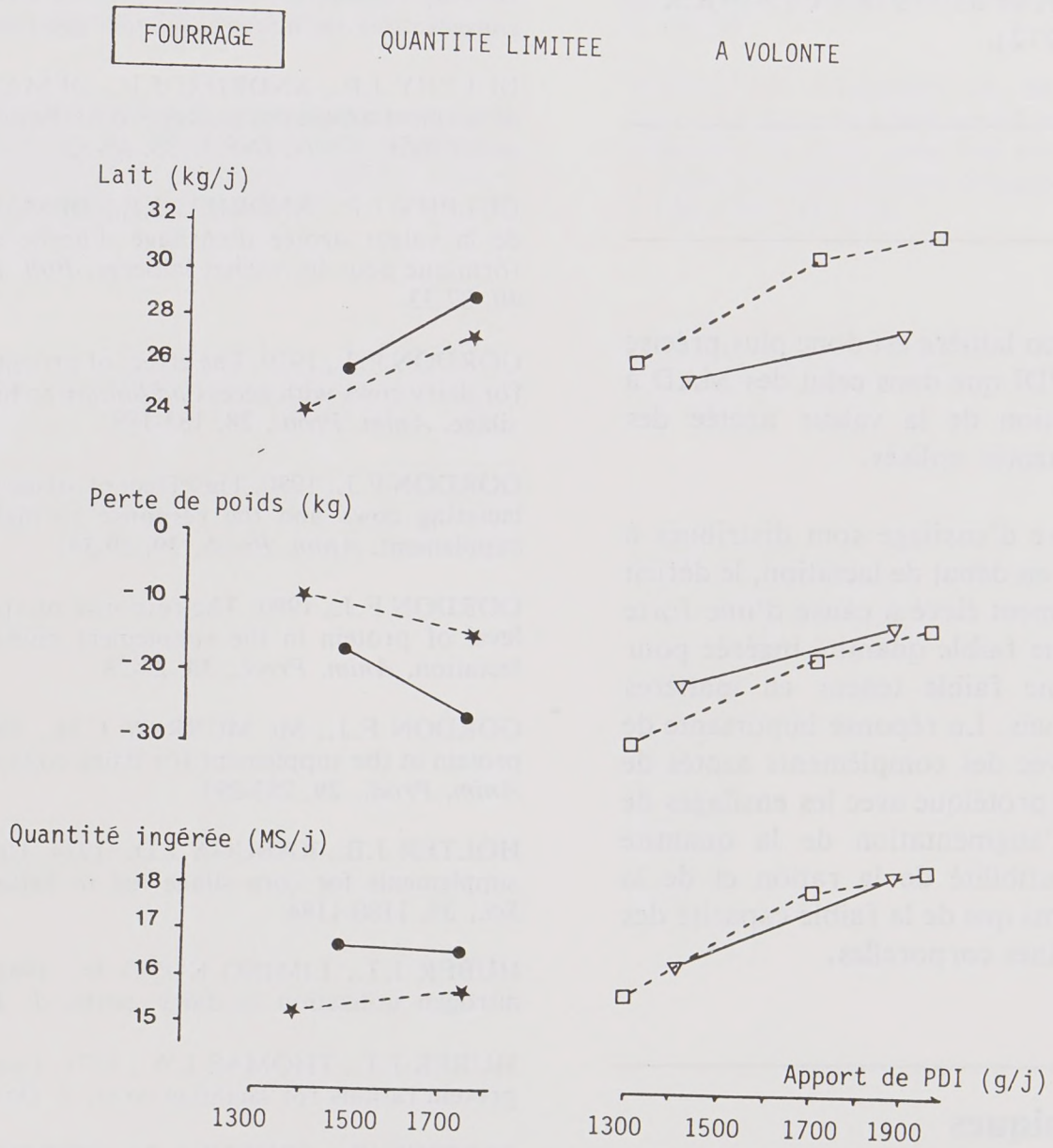


FIG. 4 : *Influence de la quantité d'azote ingérée après vêlage sur la production de lait, la perte de poids et la quantité de MS ingérée*

Des informations supplémentaires sur la possibilité d'économiser de l'azote par une mobilisation des réserves de l'animal peuvent être tirées de ces essais, mais également d'autres (REMOND et JOURNET, 1981). Le bilan théorique des apports d'azote par rapport au rendement potentiel (apports de PDI - PDI nécessaires pour la production attendue) est compris entre - 30 kg de PDI et + 10 kg pour les 2 premiers mois de lactation. La perte de lait, avec un faible apport de matières azotées, par comparaison au lot bien nourri, demeure faible (moins de 1 kg) lorsque le bilan azoté théorique est légèrement négatif (jusqu'à - 15 kg de PDI), mais s'accroît nettement lorsque le bilan devient plus négatif : approximativement - 6 kg de lait à 4 p.100 de MG/jour pour un déficit de 30 kg de PDI pour la période (fig. 5). Ceci suppose que les vaches ne peuvent supporter de tels déficits. En fait, puisque leur production laitière diminue, le déficit réel est plus faible : de 10 à 17 kg de PDI compte tenu du bilan réel (apports de PDI - besoins en PDI pour la production observée).

En définitive, il semble donc que durant les premières semaines de lactation, une vache forte productrice peut supporter un déficit azoté équivalent à environ 10 kg de PDI sans que sa production laitière s'abaisse notablement.

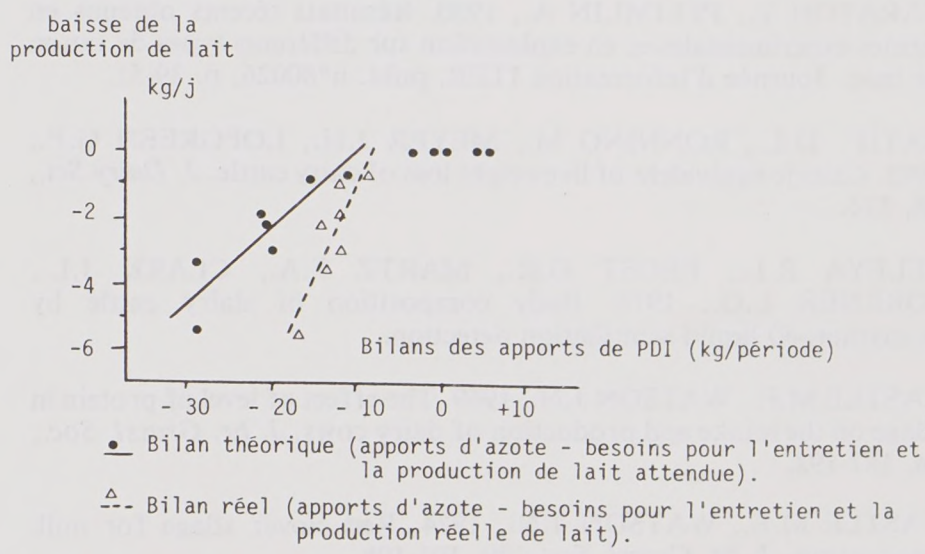


FIG. 5 : *Relation entre la production de lait et l'apport d'azote après le vêlage* (2 mois)

Cette valeur peut être comparée avec les estimations des réserves protéiques mobilisées, tout en gardant à l'esprit le fait qu'il peut exister des différences dans l'efficacité pour la synthèse du lait, entre les PDI apportés par la ration et les protéines corporelles mobilisées. Elle correspond tout à fait

aux valeurs extrêmes de la quantité de protéines mobilisables (de 5 à plus de 15 kg) rapportées par différents auteurs (BATH *et al.*, 1965 ; BELEYA *et al.*, 1978 ; COPPOCK *et al.*, 1968 ; PAQUAY *et al.*, 1972).

Conclusion

La prévision de la production laitière est donc plus précise dans le nouveau système des PDI que dans celui des MAD à cause d'une meilleure estimation de la valeur azotée des ensilages et des compléments azotés utilisés.

Lorsque des régimes à base d'ensilage sont distribués à des vaches fortes productrices en début de lactation, le déficit des apports azotés est relativement élevé à cause d'une forte dégradabilité de l'azote et d'une faible quantité ingérée pour les ensilages d'herbe, et d'une faible teneur en matières azotées pour les ensilages de maïs. La réponse importante de production laitière observée avec des compléments azotés de haute qualité (et de l'azote non protéique avec les ensilages de maïs) est due à la fois à l'augmentation de la quantité d'ensilage ingérée, de la digestibilité de la ration et de la fourniture d'acides aminés, ainsi que de la faible capacité des vaches à mobiliser leurs protéines corporelles.

Références bibliographiques

ADAMSON A.H., NEWELL D.W., CASTLE M.E., 1979. A comparison between supplements to silage of high digestibility offered to dairy cows. *Grass Forage Sci.*, **34**, 229-231.

Agricultural Research Council, 1980. The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock, Commonwealth Agricultural Bureau, Slough, England.

BARATON Y., PFLIMLIN A., 1980. Résultats récents obtenus en fermes expérimentales et en exploitation sur différents types de ration de base. Journée d'information ITEB, publ. n°80026, p. 39-51.

BATH D.L., RONNING M., MEYER J.H., LOFGREEN G.P., 1965. Caloric equivalent of liveweight loss of dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, **48**, 374.

BELEYA R.L., FROST G.R., MARTZ F.A., CLARK J.L., FORKNER L.G., 1978. Body composition of dairy cattle by potassium-40 liquid scintillation detection.

CASTLE M.E., WATSON J.N., 1969. The effect of level of protein in silage on the intake and production of dairy cows. *J. br. Grassl. Soc.*, **24**, 187-192.

CASTLE M.E., WATSON J.N., 1974. Red clover silage for milk production. *J. br. Grassl. Soc.*, **29**, 101-108.

CASTLE M.E., WATSON J.N., 1976. Silage and milk production : a comparison between barley and groundnut cake as supplements to silage of high digestibility. *J. br. Grassl. Soc.*, **31**, 191-195.

CHALUPA W., 1972. Metabolic aspects of non protein nitrogen utilization in ruminants animals. *Fed. Proc.*, **31**, 1152-1164.

COPPOCK C.E., TYRRELL H.E., MERRILL W.G., REID J.J., 1965. The significance of protein reserve of the lactating cows. Proc. Cornell Nutr. Conf. Feed. Manufact., 86-94.

DEMARQUILLY C., JARRIGE R., 1982. Assessment of the protein value of forages and its expression in the new protein feeding systems. Dublin, septembre. Séminaire de la C.E.E. sur l'utilisation et la conservation des matières azotées des fourrages.

DULPHY J.P., ANDRIEU J.P., DEMARQUILLY C., 1979. Etude de la valeur azotée des ensilages d'herbe pour les vaches laitières. *Bull. tech.CRZV Theix, INRA*, **35**, 45-52.

DULPHY J.P., ANDRIEU J.P., DEMARQUILLY C., 1980. Etude de la valeur azotée d'ensilage d'herbe additionné ou non d'acide formique pour les vaches laitières. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA*, **40**, 27-33.

GORDON F.J., 1979. The effect of protein content of the supplement for dairy cows with access *ad libitum* to high digestibility wilted grass silage. *Anim. Prod.*, **28**, 183-189.

GORDON F.J., 1980. The effect of silage type on the performance of lactating cows and the response to high levels of protein in the supplement. *Anim. Prod.*, **30**, 29-38.

GORDON F.J., 1980. The response of spring-calving cows to a high level of protein in the supplement given grass silage during early lactation. *Anim. Prod.*, **30**, 23-28.

GORDON F.J., Mc MURRAY C.H., 1979. The optimum level of protein in the supplement for dairy cows with access to grass silage. *Anim. Prod.*, **29**, 283-291.

HOLTER J.B., KABUGA J.D., 1974. Urea versus soybean meal as supplements for corn silage fed to heifers and dry cows. *J. anim. Sci.*, **39**, 1180-1184.

HUBER J.T., LIMING KUNG Jr., 1981. Protein and non protein nitrogen utilization in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, **64**, 1170-1195.

HUBER J.T., THOMAS J.W., 1971. Urea-treated corn silage in low protein rations for lactating cows. *J. Dairy Sci.*, **54**, 224-230.

JARRIGE R., JOURNET M., VERITE R., 1978. L'azote dans *"L'alimentation des Ruminants"*. Ed. INRA Publ. Route de St Cyr, 78000 Versailles, p.89-128.

JOURNET M., 1979. L'utilisation des tourteaux tannés chez la vache laitière. *Bull. tech. Inf.*, **340**, 1-12.

JOURNET M., 1981. L'importance des relations protéines-énergie dans la pratique de l'alimentation du bétail laitier - in Protein and energy supply for high production of milk and meat. E.C.E.-F.A.O. Pergamon Press. p.65-82.

JOURNET M., FAVERDIN P., REMOND B., VERITE R., 1983. Niveau et qualité des apports azotés en début de lactation. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA*, **51**, 7-17.

JOURNET M., REMOND B., 1981. Response of dairy cows to protein level in early lactation. *Livest. Prod. Sci.*, **8**, 21-35.

LAIRD R., LEGGATE A.T., CASTLE M.E., 1979. The effect of supplementary protein on the performance of dairy cows offered grass silage *ad libitum*. *Anim. Prod.*, **29**, 151-156.

PAQUAY R., DE BAERE R., LOUSSE A., 1972. The capacity of the mature cow to lose and recover nitrogen and the significance of protein reserves. *Br. J. Nutr.*, **27**, 27-37.

ROY J.H.B., BALCH C.C., MILLER E.R., ORSKOV E.R., SMITH R.H., 1977. Calculation of the N-requirement for ruminants from nitrogen metabolism studies. In Protein metabolism and Nutrition. EAAP Publ. n°22 Center for Agricultural Publishing and Documentation. Wageningen, p.126-129.

SATTER L.D., ROFFLER R.E., 1975. Nitrogen requirements and utilization in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, **58**, 1219-1237.

VERITE R., 1978. Alimentation azotée de la vache laitière. In *"La vache laitière"*. Ed. INRA Publ., route de St-Cyr, 78000 Versailles. p.183-198.

VERITE R., 1980. Protein supplementation of maize silage rations for dairy cattle. In Production and utilization of the maize crop. Proc. of the 1st European maize congress. Euromaïs. Ed. E.S. Bunting. p. 289-301.

VERITE R., JOURNET M., 1977. Utilisation des tourteaux traités au formol par les vaches laitières. II. Effets sur la production du traitement des tourteaux au formol et du niveau d'apport azoté au début de la lactation. *Ann. Zootech.*, **26**, (2) 183-205.

VERITE R., JOURNET M., JARRIGE R., 1979. A new system for the protein feeding of ruminants: the PDI system. *Livest. Prod. Sci.*, **6**, 349-367.

WOHLT J.E., CLARKE J.H., BLAISDELL F.S., 1978. Nutritional value of urea versus preformed protein for ruminants. II. Nitrogen utilization by dairy cows fed corn based diets containing varying amounts of supplemented nitrogen from urea and/or soyabean meal. *J. Dairy Sci.*, **61**, 9-16.

Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1983 (52) 53-62

L'accroissement de la production laitière : ses moteurs biologiques et socio-économiques et ses conséquences (1)

R. JARRIGE* et J.C. TIREL**

**Département de Recherches sur l'Elevage des Ruminants*
***INRA, 149 rue de Grenelle 75341 Paris Cedex 07*

Evolution au cours des deux dernières décennies

L'accroissement continu de la quantité de lait produit, puis collecté, par vache traite est responsable de la montée inexorable du «fleuve blanc» (tabl. 1). Il résulte fondamentalement de l'amélioration conjuguée :

- du potentiel génétique laitier du troupeau laitier national consécutif à : 1) la substitution de vaches laitières spécialisées, surtout du type Pie noir, d'abord aux vaches partiellement traites qui élevaient des veaux de boucherie (Massif central, Sud-Ouest) puis aux vaches des races à aptitudes mixtes (Ouest), 2) de l'efficacité de la sélection sur la production laitière conduisant à l'utilisation généralisée de taureaux favorablement testés et 3) de la diffusion récente de semence de la Holstein d'Amérique du Nord (cf. texte de BOUGLER et DUPLAN) ;

- et des conditions d'exploitation des vaches, notamment leur alimentation (ensilage de maïs..) et leur protection sanitaire ; les progrès des connaissances et les innovations dans ces domaines ont permis de plus en plus la pleine expression du potentiel génétique, d'autant plus rapidement qu'ils diffusaient auprès d'éleveurs mieux formés, mieux conseillés et plus réceptifs au progrès technique.

(1) Texte de conclusion publié dans "*La Production laitière française* - Evolution récente et perspectives". Cet ouvrage rassemble les exposés présentés au cours des deux réunions que la Commission des Recherches bovines de l'INRA a tenues en 1980 sur ce sujet.

Le rendement de la transformation en lait de l'énergie (UFL) et des éléments nutritifs des aliments augmente en même temps que le potentiel laitier des vaches parce que la part des dépenses d'entretien dans les dépenses totales diminue alors que les besoins de la mamelle (énergie, précurseurs sanguins) par kg de lait sécrété restent à peu près constants. Le besoin de production en UFL par kg de lait n'augmente donc que très peu, en raison d'une légère diminution de la digestibilité de la ration, tant que le potentiel n'est pas pleinement réalisé. La vache laitière bien conduite répond très bien, de mieux en mieux, à l'amélioration de son régime alimentaire au fur et à mesure que son potentiel s'élève. Il existe une corrélation génétique particulièrement étroite entre le potentiel laitier et l'efficacité alimentaire : en sélectionnant le premier, on améliore automatiquement la seconde.

Cet accroissement de la production laitière par vache traite a accompagné, et souvent permis, de profondes modifications des exploitations laitières, plus particulièrement une augmentation de la taille moyenne des troupeaux, du nombre de vaches par hectare et de la quantité de lait produite par hectare et plus encore, par travailleur (cf. exposé de CARLES). L'accroissement de la taille des troupeaux en place a largement compensé la disparition rapide des tout petits troupeaux (tabl. 1) de sorte que le nombre de vaches laitières est resté, jusqu'en 1979, à peu près stable en France (environ 7,5 millions) comme au niveau de la CEE (25 millions), l'augmentation des effectifs aux Pays-Bas et en Irlande contrebalançant une légère diminution en France et en Allemagne. Cette évolution a été commune à toutes les régions herbagères de France comme de la CEE, mais avec de fortes différences d'amplitude. Si la taille moyenne des troupeaux atteint aujourd'hui près de 50 vaches au Royaume-Uni et de 30 aux Pays-Bas, au lieu de 15

en France, elle reste en moyenne encore petite (moins de 15) à l'échelle de la CEE : environ 60 p.100 des exploitations ont encore moins de 10 vaches mais elles ne détiennent cependant qu'environ 20 p.100 du cheptel.

TABLEAU 1

Taux d'évolution annuel de la production laitière en France et dans la CEE (variation en p.100 par an de 1970 à 1979)

	France	CEE
Nombre d'exploitations :		
— total	— 4,0	— 3,6
—<9 vaches	— 6,4	— 4,9
— 10 à 19 vaches	— 4,1	— 4,0
— 20 à 29 vaches	+ 6,2	+ 2,5
—>30 vaches	+ 27,0	+ 11,0
Nombre total de vaches laitières	— 0,3	+ 0,1
Lait total produit	+ 1,6	+ 1,9
Lait total collecté	+ 3,0	+ 2,9
Lait produit par vache	+ 2,0	+ 2,5
Lait collecté par vache	+ 3,4	+ 2,7
Aliments composés pour les bovins	+ 14,9	+ 13,5 (1)

(1) Depuis 1971

Ce mouvement général de concentration et d'intensification de la production laitière a été le plus rapide dans les régions et les structures les plus favorables. C'est le cas, souvent cité, du Finistère où la quantité de lait livrée par producteur a triplé au cours des 10 dernières années par suite du doublement de l'effectif du troupeau et de l'augmentation de près de moitié de la production laitière par vache (cf. exposé de MATHIOT). Selon l'enquête de PERRAUD et MATHAL, il s'est récemment différencié dans l'Ouest une couche de «producteurs spécialistes» qui ont plus de 30 vaches (Pie noire) conduites intensivement et livrant près de la moitié de la collecte totale, l'autre moitié étant fournie par des exploitations très disparates : petites exploitations spécialisées sans avenir, exploitations mixtes lait-viande, exploitations de polyculture-élevage, etc...

L'intensification de la production laitière est réalisée à l'aide d'accroissements du capital et de la production fourragère, donc de fertilisants, et de la consommation d'aliments achetés. Elle a été permise par un prix du lait stable, un rapport prix du lait/prix des céréales et des aliments concentrés en augmentation sensible (cf. exposé de CARLES), et par les aides de l'Etat. Elle a été stimulée par le développement de l'industrie laitière. La politique d'aide (subventions + prêts bonifiés) à la rénovation des bâtiments issue de la loi sur l'élevage (1966) a joué un rôle moteur qui est mis en évidence dans l'exposé de CRANNEY et RIO : en 1975, près d'un quart des exploitations avaient des bâtiments neufs abritant au total près de 30 p.100 des bovins. Ce sont les exploitations spécialisées, moyennes ou grandes, qui en ont le plus bénéficié en s'attribuant près de la moitié des places nouvelles. Il en est de même dans les pays voisins : ainsi aux Pays-Bas, les étables à logettes ont connu un développement spectaculaire au cours des années 70 ; en 1979, elles abritaient 46 p.100 des vaches.

Cette modernisation des bâtiments permet de diminuer radicalement (de moitié aux Pays-Bas) le temps de travail par vache et par suite d'accroître le troupeau, la production fourragère et le chargement à l'hectare, via la fertilisation azotée. Pour financer les investissements en animaux, matériel et bâtiments neufs, les exploitations laitières ont eu recours au crédit et elles se sont endettées au rythme de leur modernisation (cf. exposés de CARLES et de AUBERT *et al.*). Les grandes exploitations modernisées ont le taux d'endettement le plus élevé mais ce sont elles qui ont le plus bénéficié des bonifications d'intérêt pour accroître leur capital et qui ont les revenus les plus élevés. Cela a aggravé l'écart avec les petites exploitations qui n'avaient pas les moyens nécessaires (surfaces...) pour prendre le train de la modernisation et de l'endettement.

L'accroissement de la production laitière, à l'échelle de l'exploitation comme au niveau national, a été alimenté par l'accroissement simultané de la production fourragère par hectare et de la consommation d'aliments concentrés et composés (tabl. 1). L'intensification fourragère a été réalisée grâce à la fertilisation des prairies, semées ou naturelles, dont les excédents de printemps peuvent être désormais ensilés de façon rapide et sûre, et par la spectaculaire extension du maïs fourrage vers le Nord. L'ensilage de maïs et, à un degré moindre, l'ensilage de jeune herbe apportent aux vaches des rations de base hivernales qui couvrent à coup sûr les besoins énergétiques pour la production d'une quinzaine et d'une dizaine de litres de lait respectivement ; ils ont permis d'avancer la date moyenne des vêlages vers l'automne, ce qui accroît la production par lactation. Les résultats du Centre de gestion du Finistère rapportés par MATHIOT montrent comment cette intensification accroît la quantité de lait produite à l'hectare à partir des fourrages, en augmentant surtout le chargement mais aussi le niveau de la ration de base.

Des consommations d'aliments autres que les fourrages, on ne connaît avec précision que celle des aliments composés «Vaches laitières» : elle n'a cessé d'augmenter, et à un rythme très rapide, passant de 610 000 t en 1970 à 1 660 000 t en 1980. Si on estime que les vaches laitières absorbent environ la moitié des tourteaux commercialisée directement (1 420 000 t en 1980 au total), on constate que la somme aliments composés + tourteaux destinés aux vaches laitières s'est accrue de près de 1 600 000 t entre 1970 et 1980, ce qui apporte théoriquement l'énergie nécessaire à la production d'environ 30 millions d'hectolitres de lait. On peut donc penser que les aliments concentrés ont apporté plus de la moitié de l'énergie et plus des trois quarts, sinon la quasi-totalité, de l'azote nécessaire à l'accroissement de la production laitière nationale pendant la dernière décennie. Bien évidemment cette contribution doit être très variable selon les exploitations et les régions. En 1978, les dépenses moyennes de concentrés par litre de lait étaient de 26 à 28 centimes en demi-montagne, Haute-Loire et Haute-Savoie (exposé de LIENARD et BAUD), mais de 18 à 20 centimes (soit environ 18 p.100 du prix du lait) en plaine, dans le Nord (exposé de CORDONNIER) comme dans le Finistère (exposé de MATHIOT). Fait très important, elles n'augmentaient pratiquement pas avec le niveau de production des vaches dans ces deux derniers départements. Selon le modèle de CORDONNIER, les aliments concentrés ont une productivité et une rentabilité qui se maintiendraient à un niveau élevé avec l'accroissement des performances laitières. Leur utilisation intensive peut même se justifier dans les conditions économiques actuelles pour accroître l'effectif du troupeau dans les petites exploitations laitières, sans baisse sensible du revenu disponible.

Une telle évolution s'est produite aux Pays-Bas : de 1968 à 1978, le nombre de vaches par hectare de surface fourragère a augmenté d'un quart grâce à un accroissement d'un tiers de la fertilisation azotée et à une certaine limitation de la part des fourrages dans la ration hivernale (8-10 kg de lait en plus de l'entretien) comme pendant la saison de pâturage, plus d'un quart des vaches ne pâturant que pendant la journée (surtout dans les grands troupeaux). Corrélativement, la quantité d'aliments composés par vache a presque doublé ; elle dépasse aujourd'hui 2 t par an par vache (avec sa suite), soit environ 6 fois plus qu'en France. Ces aliments comportent une proportion très élevée de sous-produits industriels et de produits de substitution des céréales (manioc...) qui sont importés à des cours avantageux et échappent au système des prélèvements agricoles. Leur coût par rapport au prix du lait a donc diminué plus ou moins régulièrement depuis 1973 (cf. exposé de HASSAN et VIAU). L'élevage laitier néerlandais a su mettre à profit ses avantages portuaires et monétaires en même temps que sa bonne association avec une dynamique industrie de l'alimentation animale.

Les Néerlandais ne sont pas les seuls à produire l'essentiel de leur lait à partir d'aliments concentrés. On observe entre pays de la CEE une étroite relation entre la production de lait par vache (kg) et la production «d'aliments composés Bovins» (kg) rapportée à la tête de vache laitière (valeur 1979) : Pays-Bas : 5 023 et 1 977, Danemark : 4 750 et 1 960, Royaume-Uni : 4 696 et 1 598, Allemagne : 4 392 et 1 119, Belgique-Luxembourg : 3 860 et 1 049, France : 3 544 et 311, Italie : 3 353 et 917, Irlande : 3 264 et 757. En défalquant les quantités d'aliments consommées par les autres bovins, on conserverait les mêmes disparités et on les accroîtrait sans doute.

Perspectives

L'accroissement de la collecte laitière a été freiné en 1981 par les mauvaises conditions climatiques. En année favorable, il risque de retrouver ou d'approcher à nouveau la valeur de 5 p.100 qu'il avait atteinte les deux années précédentes sauf si la tendance récente à la réduction du cheptel de vaches laitières se confirme. En effet, les moteurs socio-économiques et biologiques de l'inflation laitière restent en place.

On a vu précédemment la supériorité économique des exploitations modernisées qui ont accru leur troupeau et la production par vache et amélioré la productivité du travail (et ses conditions) par l'investissement en bâtiments et matériels nouveaux. Cette modernisation aurait été à elle seule responsable d'une augmentation de 3 p.100 de la collecte en 1980 selon les Services économiques de l'ITEB. Elle va continuer à s'étendre à un plus grand nombre d'exploitations au cours des prochaines années. Il suffit de considérer la pyramide des âges des éleveurs de bovins et d'extrapoler l'évolution de la répartition des exploitations (fig. 1). Environ 18 p.100 des éleveurs de bovins ont plus de 60 ans et 20 p.100 ont de 55 à 59 ans ; ils ont en moyenne des troupeaux beaucoup plus petits que les jeunes puisqu'ils ne détiennent respectivement que 10 et 17 p.100 du cheptel national des vaches. Les troupeaux de moins de 10 vaches vont continuer à disparaître rapidement et ceux de 10 à 20 vaches à régresser (fig. 1). Sauf dans les régions marginales pour la production laitière, on peut penser que beaucoup de surfaces et de places de vaches ainsi libérées iront grossir les autres exploitations laitières.

Contrairement à ce qu'on pouvait penser il y a quelques années, il se trouve suffisamment de jeunes pour accepter les servitudes de la traite et de l'élevage laitier dès lors qu'ils ont les moyens d'acquérir les équipements qui permettent de les alléger. Ceux-ci vont continuer à progresser pour la traite, l'alimentation, l'enlèvement des déjections, l'enregistrement des données, la gestion des élevages... Les éleveurs commencent seulement à bénéficier de l'électronique, de l'ordinateur et de la robotique. Les jeunes y seront aussi sensibles qu'ils l'ont été jusqu'ici à la motorisation et à la mécanisation.

Tous ces facteurs pourraient donc, comme par le passé, contribuer à maintenir relativement stable l'effectif des vaches laitières, sauf si des mesures sont prises pour le réduire. Il est sûr, en revanche, que la progression de la production laitière par vache va se poursuivre, sinon s'accélérer. Pour les vaches soumises au contrôle laitier, elle est déjà passée d'environ 50 kg par an jusqu'à 1976 à 200 kg par an en 1979 et 1980 (en dépit d'un accroissement de 20 p.100 du nombre de vaches contrôlées), soit une augmentation en 4 ans, de 1976 à 1980 de 660 kg pour la Pie noire, 630 kg pour la Normande et 450 kg pour la Montbéliarde. Le potentiel génétique de la Pie noire va grimper rapidement avec la généralisation des gènes Holstein, dont l'effet commence seulement à peser. La proportion d'inséminations (premières) effectuée avec de la semence Holstein, qui était négligeable jusqu'à 1975, a atteint 19 p.100 en 1978, 29 p.100 en 1979 et 39 p.100 en 1980. Si on ajoute celles effectuées avec la semence de taureaux croisés Holstein, les gènes Holstein ont représenté la moitié de ceux diffusés par l'I.A. au cours des deux dernières années (communication de MOCQUOT). Comme le souligne COLLEAU, l'américanisation de la Pie noire est largement irréversible et va dépasser les prévisions qu'il avait faites en 1978, selon lesquelles les veaux Pie noirs auraient en moyenne 40 p.100 de gènes Holstein en 1985 et 60 p.100 en 1990. Les taurillons Holstein sont désormais largement majoritaires dans les séries mises en testage (80 p.100 en 1981) et seront les seuls à la sortie ; les éleveurs désireux de maintenir un troupeau Pie noir à aptitudes équilibrées disposeront cependant pendant quelque temps encore des semences des meilleurs taureaux frisons du passé, qu'ils délaissent pour l'instant.

Le potentiel génétique de la Holstein est d'environ 1 000 kg supérieur à celui de la Pie noire du Vieux continent, la production moyenne des vaches adultes contrôlées aux USA approchant 7 500 kg (soit près de 2 000 kg de plus que les Pie noires adultes contrôlées en France en 1981). Sa marge de progrès reste considérable : l'amélioration génétique a pris son essor aux USA, seulement pendant les années soixante, un peu plus tôt qu'en France, avec l'utilisation croissante de taureaux à index positifs et elle ne serait pas encore pleinement utilisée. On peut s'attendre à un progrès génétique moyen de notre population Pie noire de 100 kg de lait par an pendant les prochaines années (selon les derniers calculs de COLLEAU), et à une augmentation de la production par lactation avoisinant les 200 kg par an si les conditions d'exploitation continuent à s'améliorer.

Pourra-t-on tirer parti totalement de ce potentiel accru ? Quelles sont les contraintes au plan alimentaire et sanitaire de ces vaches Holstein ? Tout d'abord, en accord avec la loi

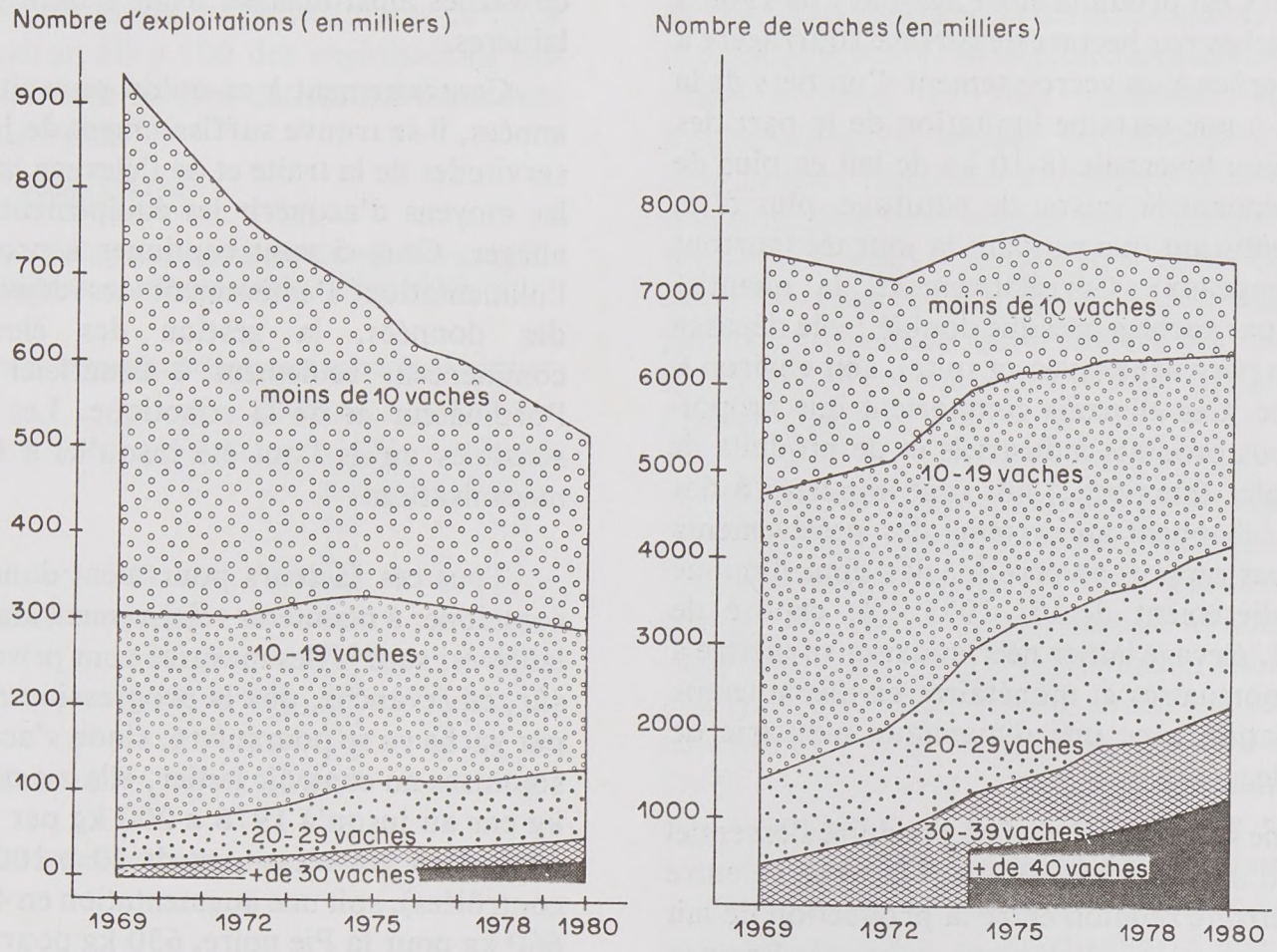


FIG. 1 : *Evolution de la répartition des exploitations laitières françaises et de l'effectif des vaches laitières selon le nombre de vaches par exploitation* (Extrait de Lait et Viande bovine en 1980, Perspectives 1981, Document ITEB-CNE n° 81.011).

physiologique fondamentale, elles transforment l'énergie digestible et les éléments nutritifs des aliments avec un meilleur rendement que les races moins laitières. En améliorant leur potentiel de production, on a accru leur efficacité alimentaire, comme le confirment encore s'il en était besoin, des résultats récents de la Station de l'Utah (LAMB, 1981). Elles produisent le lait supplémentaire essentiellement à partir d'aliments concentrés et aussi parfois d'une légère augmentation de la consommation de fourrage de très bonne qualité (ensilage de maïs, herbe) qui résulte en partie de leur plus grand format. Le pic de production atteint par les fortes laitières dans les premières semaines, approchant 30 kg pour les primipares et 40 kg chez les adultes, exige des apports alimentaires parfaitement équilibrés et accroît les risques de perturbations digestives et métaboliques et de retard dans la fécondation (cf. note de BROCHART). Cependant, les règles à respecter sont désormais assez bien connues (cf. texte de JOURNET) ; elles se préciseront à coup sûr dans les prochaines années tandis que les équipements (mélange des rations, distribution des concentrés individuelle et fragmentée...) permettront de les appliquer plus aisément. Comme l'a confirmé un essai de longue durée à la Station de Minnesota (HANSEN *et al.*, 1979) les vaches à potentiel très élevé exigent plus de soins et de frais vétérinaires mais ceux-ci restent bien inférieurs à la recette supplémentaire qu'elles apportent. La Holstein apparaît comme un animal solide, avec de bonnes pattes et capable de supporter des à-coups alimentaires. Elle est supérieure à la Frisonne dans ses qualités de traite mais elle produit un lait sensiblement plus pauvre en matières grasses et en protéines.

L'américanisation va considérablement détériorer la production de viande de qualité à partir du troupeau Pie noir. Jusqu'ici celui-ci fournit des veaux de boucherie, à un poids de carcasse de 90 à 110 kg, et des vaches de réforme mais très peu de gros bovins mâles en raison d'une mauvaise efficacité de la transformation de la nourriture en muscles. Sans corriger ce handicap, en dépit d'une sensible augmentation du format, la Holsteinisation va réduire le rendement en carcasse, la proportion de muscle dans la carcasse au profit du squelette et l'épaisseur des muscles (cf. texte de BERANGER). Cette détérioration a été masquée jusqu'ici parce que les croisés F1 ont une conformation acceptable ; elle s'aggrave avec les trois quarts de sang. On doit pouvoir la limiter sensiblement par la sélection (cf. plus loin) et on trouvera peut-être des systèmes de production de viande qui s'en accommoderont moins mal. Mais il faut s'attendre à ce que le troupeau Pie noir américanisé ne fournisse que de médiocres veaux de boucherie, qui seront sans doute abattus à un poids plus léger qu'actuellement, et des viandes pour la fabrication.

Gonflé brutalement par l'apport américain, le potentiel laitier de la Pie noire va distancer celui des races laitières à aptitudes équilibrées. Déjà en 1980, au contrôle laitier, les primipares Pie noires avaient une production de 400 kg et 700 kg plus élevée que leurs homologues Montbéliardes et Normandes (au lieu de 0 et 400 kg aux environs de 1970) (cf. exposé de BOUGLER et DUPLAN). La progression régulière de la Pie noire dans la zone normande va s'en trouver renforcée. Les études de l'INRA et de l'ITEB (cf. exposé de LIENARD) montrent la supériorité économique de la Holstein sur la Normande, même si elle est considérablement amenuisée par son infériorité quant à la teneur du lait en matière utile et à sa production de viande. En dépit d'un niveau de production approchant celui de la Frisonne, qui explique son expansion, la Montbéliarde est elle aussi menacée, d'autant plus que les quelques taureaux Holstein rouge testés dans le cadre d'un programme expérimental, ont montré des

index supérieurs à la moyenne des Montbéliards. Grande est la tentation d'utiliser les stocks de leurs semences, de profiter des meilleures souches américaines et d'accroître la variabilité génétique, qui apparaît trop étroite, et cela sans changer la couleur de la robe. Toute régression de la Normande, de la Montbéliarde et des autres races mixtes au profit de la Pie noire américanisée entraînera automatiquement une réduction du nombre des carcasses de boeufs, de taurillons et de bonnes vaches laitières de réforme provenant du cheptel laitier, dont ces races sont la source principale.

La «Holteinisation» en cours est le moyen le plus rapide d'accroître le potentiel laitier et la productivité de la population Pie noire, qui représente désormais nettement plus de la moitié des vaches laitières de France. Elle permet de créer une base de sélection rehaussée à partir du «pool de gènes laitiers» qui a été accumulé outre-Atlantique. Elle est un moteur de l'intensification des méthodes d'élevage et d'alimentation. Elle contribue à l'amélioration de la compétitivité et du revenu des producteurs de lait «modernisés». Cependant, si la politique laitière et les conditions de prix des années 70 se maintiennent, cette américanisation de la Pie noire et la régression des vaches laitières à aptitudes équilibrées qu'elle risque d'accentuer, ont les plus grandes chances non seulement de gonfler la collecte laitière, qui pourrait atteindre les 300 millions d'hectolitres (242 millions en 1980) avant la fin de la décennie, mais aussi d'accélérer la disparition, déjà dramatique, des petits producteurs, d'aggraver les disparités entre régions et de réduire la production de viande rouge. Ce n'est pas inéluctable.

Excédents laitiers et politique de l'élevage bovin

Excédents laitiers de la CEE

Au cours de la dernière décennie, la collecte laitière de la CEE a augmenté de près de 3 p.100 par an (cf. texte de HASSAN et VIAU). Elle est régulièrement excédentaire en dépit d'une certaine progression de la consommation (cf. texte de COMBRIS) et des exportations normales. Près des deux tiers de cet accroissement sont passés directement dans la filière beurre-lait écrémé en poudre, qui consomme plus de 60 kg d'équivalent pétrole par tonne de lait (cf. exposé de TIREL). Le coût du soutien du marché laitier équivaut environ au quart du prix indicatif du lait pour la collecte totale de la CEE (cf. texte de CORNET *et al.*) mais à près des trois quarts pour le lait marginal qui entre directement dans la filière beurre-poudre. Son coût total représente près de 30 p.100 du budget global de la CEE. On est loin de la situation des USA où la production laitière totale a été maintenue constante depuis un quart de siècle bien que la production par vache ait doublé : le nombre de vaches laitières y a diminué de près de moitié, tombant de 21,3 à 10,8 millions alors que celui des vaches allaitantes passait de 17 à 40 millions.

L'élaboration et la mise en oeuvre d'une politique laitière ajustant la production aux débouchés, se heurtent à un obstacle majeur qui est l'extraordinaire diversité de la population des producteurs de lait, à l'échelle de la CEE comme dans chacun des pays membres (fig. 2). La majorité d'entre eux sont, encore pour quelques années, des petits producteurs ayant moins de 10 vaches. Le prix du lait qu'on leur assure pour leur apporter un modeste salaire est largement rémunérateur pour de grandes unités modernisées qui sont peu ou pas utiles à l'utilisation du territoire. On peut dire que le prix du «lait social» engendre ainsi des excédents de «lait spécialisé» ; cela, d'autant plus que les pays membres ont des conditions agro-climatiques et économiques plus favorables et qu'ils ont moins de petits producteurs. En 1976, la proportion des producteurs livrant moins de 100 t de lait était de 93 à 97 p.100 en France, RFA, Italie, Eire et Belgique mais de 76 p.100 au Danemark, 60 p.100 aux Pays-Bas et seulement 44 p.100 au Royaume-Uni (fig. 2).

Tout cela a été décrit et analysé dans de nombreuses études. Citons par exemple le document de travail du 4 mai 1979 (127 pages) remis au Parlement européen ou le texte de la Direction de la production et des marchés du Ministère de l'Agriculture sur l'économie laitière européenne de décembre 1979. La réunion, dont cet ouvrage réunit les exposés, n'avait pas pour objectif d'étudier les moyens de maîtriser les excédents laitiers et, à plus forte raison, d'apporter des solutions-miracles à ces problèmes qui relèvent fondamentalement de la politique. D'ailleurs, pratiquement tous les travaux de la Recherche concourent à améliorer l'entretien et les performances de ce moteur «performant» qu'est la vache à forte production laitière et à accroître son rendement, notamment par une économie de carburant alimentaire. Toutefois, à la lumière des textes précédents, et d'autres sources d'informations, il est possible de suggérer ou de rappeler aux Politiques qui ont à prendre les décisions de :

— porter le regard vers la fin du siècle, par-delà les échéances annuelles et les montagnes d'excédents, et considérer que la collecte laitière de la CEE va continuer à s'accroître inexorablement si la politique laitière et les conditions de prix des années 70 se maintiennent ;

— se demander si ces potentialités de la production laitière dans la CEE, comme dans les autres pays ne pourraient pas être mises au service de l'alimentation des pays tropicaux, dont la population risque de s'accroître de plus de 1,5 milliard d'individus pendant les 20 années à venir alors que la production de lait se heurte dans cette zone à des obstacles biologiques, technologiques et socio-économiques de tous ordres ;

— hiérarchiser les objectifs de la politique laitière de la CEE afin d'en déduire les mesures les mieux appropriées. S'il s'agit par exemple de maintenir un maximum de producteurs, ne serait-ce que pour lutter contre le chômage, il en résulte qu'il faut résolument limiter la part des grandes unités dans la collecte totale ; en 1976, les 42 000 producteurs (soit 2,1 p.100 du total) livrant plus de 200 t chacun, fournissaient 14,1 p.100 de la collecte totale de la CEE, soit approximativement l'équivalent des excédents ; ils étaient en quasi-totalité (92 p.100) au Royaume-Uni (22 000), aux Pays-Bas (13 500) et au Danemark (3 200) (fig. 2) ;

— avoir une politique globale de l'élevage bovin tenant compte de tous les facteurs et conséquences en jeu ; qu'on ne revoie plus ces mesures fragmentaires du passé, telles que les primes à l'abattage des vaches laitières qui ont contribué à la flambée des cours de la viande en 1972. Les données techniques et socio-économiques accumulées et les moyens de calcul actuels permettent des études prévisionnelles de plus en plus satisfaisantes ;

— introduire l'objectivité dans les analyses : par exemple, on ne peut pas à la fois soutenir que l'intensification et le développement des grands troupeaux est un processus justifié sur le plan économique, parce que conduisant à un abaissement du coût de production, et s'opposer à l'instauration d'un prix décroissant au-dessus d'un volume collecté raisonnable ;

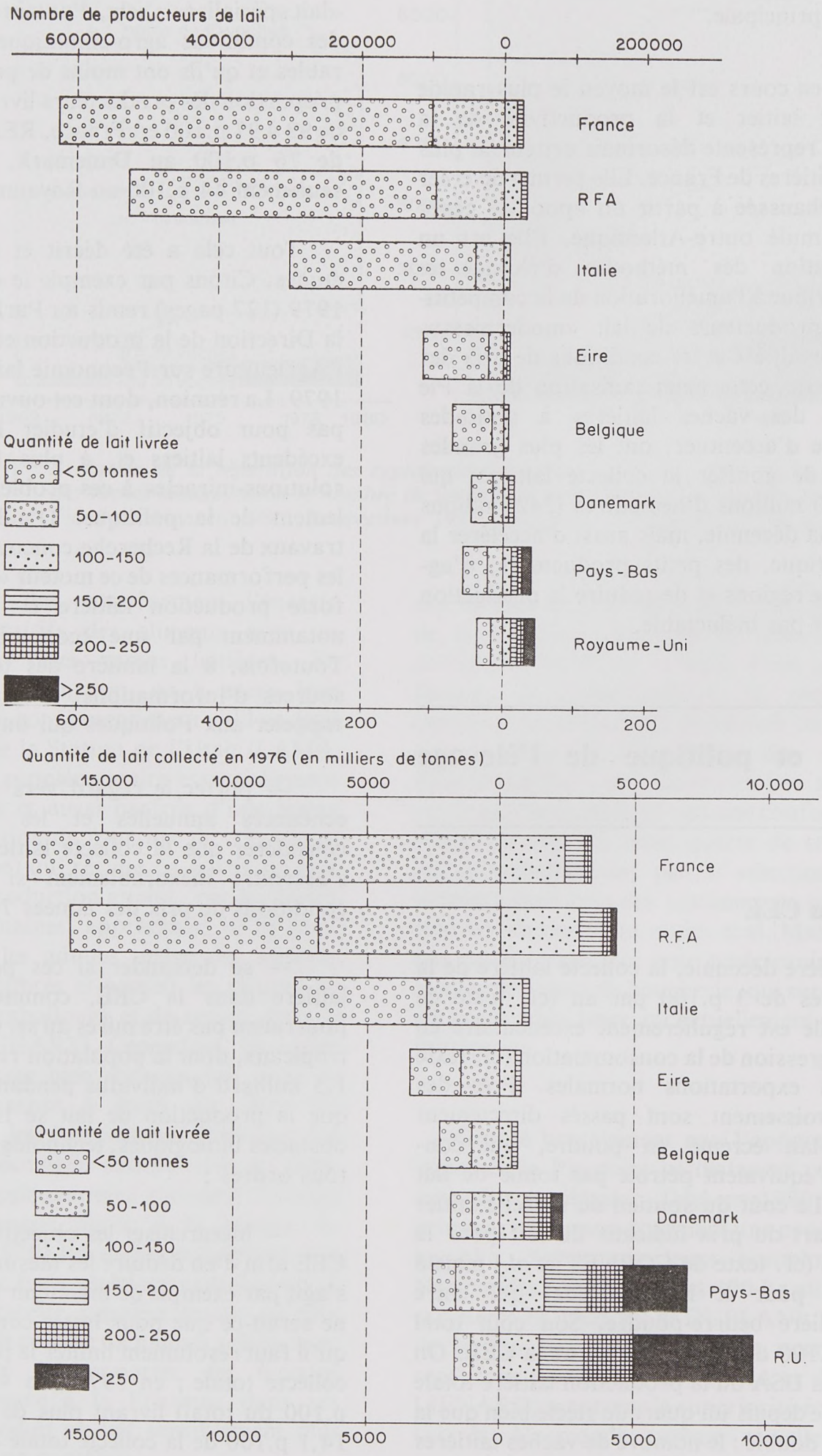


FIG. 2 : *Nombre de producteurs de lait et quantités de lait collectées dans la CEE en 1976. Répartition selon la quantité livrée par producteur* (d'après une analyse de PERRAUD, HAIRY et I. FOULHOUZE). *La ligne verticale «O» sépare les producteurs livrant moins de 100 tonnes de lait/an (à gauche) de ceux livrant plus de 100 tonnes (à droite).*

— remettre en cause les mécanismes qui ont facilité les disparités et les excédents actuels, en tout premier lieu le prix du lait garanti indépendamment de la quantité livrée.

Politique globale de l'élevage bovin français

Dans le cadre de la politique communautaire, la France a la possibilité de développer une politique globale de l'élevage bovin sur la base des atouts et des problèmes spécifiques de notre pays. Une politique cohérente devrait avoir pour objectifs d'atteindre des volumes de production de lait et de viande bovine clairement définis et d'accroître la compétition des producteurs (cf. texte de CAZALS et PLUVINAGE) et industriels laitiers, cela en économisant les facteurs de production importés (énergie, aliments...), en tirant le meilleur parti des potentialités fourragères de toutes les régions, en modérant l'endettement des exploitations et en retenant le maximum d'emplois dans le milieu rural. Tout cela est lié.

Bien qu'évidente, la liaison entre la production laitière et la production de viande est trop souvent oubliée. Le troupeau laitier fournit environ les trois quarts de la production nationale (poids de carcasse) de veaux de boucherie et plus des deux tiers de celle des gros bovins (dont un tiers provient des vaches laitières de réforme), sans oublier 900 000 veaux exportés (cf. texte de FAUCON). Les recettes de viande bovine et les animaux d'élevage apportent de 25 à 30 p.100 des recettes des exploitations laitières spécialisées (cf. texte de LIENARD).

La substitution à effectif constant de vaches fortement «Holsteinisées» à des vaches à aptitudes mixtes — Normande, Montbéliarde mais aussi Frisonne — entraînera une forte réduction de la quantité de viande produite par vache puisque leurs veaux mâles seront engraissés en veaux de boucherie, alors que plus d'un tiers des veaux du troupeau laitier actuel deviennent des taurillons ou des boeufs. Elle s'accompagnera aussi d'une réduction de la qualité de la carcasse, pour les veaux comme pour les vaches de réforme. L'industrie de la viande trouvera sans doute son compte dans la valorisation de ces médiocres avants en viandes hachées fraîches, et ultérieurement en viandes attendries et restructurées (cf. exposé de CHARLET et VALIN). Mais en attendant l'adaptation de nos habitudes alimentaires et le développement du croisement terminal avec des taureaux de races à viande, encore lointain (cf. exposé de BERANGER), il faudra compenser la régression des vaches à aptitudes mixtes en important plus d'arrières, car l'accroissement de la production à partir du troupeau allaitant ne sera probablement pas suffisant.

Il va de soi que toute diminution du troupeau national de vaches laitières diminuerait d'autant sa production de «viande rouge». Pourrait-elle être compensée par un accroissement du troupeau de vaches allaitantes ? Difficilement, en raison de la faible efficacité biologique, et partant, de la faible rentabilité de la vache allaitante. Pour obtenir une rentabilité acceptable en élevage allaitant, il faut disposer par travailleur d'une surface et d'un nombre de vaches (au moins 30 à 50 au lieu d'une quinzaine actuellement) qui sont beaucoup plus élevés qu'en élevage laitier. A l'échelon national, le remplacement de vaches laitières considérées comme excédentaires par des vaches nourrices ne peut être réalisé que dans le cadre d'une politique à long terme donnant aux éleveurs d'allaitantes les garanties dont bénéficient les producteurs de lait. Cela montre, si nécessaire, l'intérêt de traiter conjointement les productions de lait et de viande.

Les producteurs de lait sont un maillon fondamental du tissu rural des régions herbagères. Ils participent à l'utilisation complète du territoire comme à l'entretien du paysage. La production laitière est un droit pour ceux qui ne peuvent rien produire d'autre, par exemple en moyenne montagne (cf. texte de LIENARD et BAUD). La concentration en grandes unités intensives va à l'encontre de tout cela et elle est incompatible avec les possibilités actuelles d'emploi hors de l'agriculture. De plus, le développement quasi exclusif de ces unités dans les régions naturelles favorisées, essentiellement dans les bassins laitiers de l'Ouest, accélérerait la disparition des petits producteurs et condamnerait toute production laitière organisée dans toutes les «zones difficiles», et pas seulement dans celles de montagne. Ses conséquences en seraient aggravées par la réduction du troupeau national des vaches laitières à laquelle pourrait conduire la maîtrise de la collecte. Voici plus de 5 ans, JARRIGE et LIENARD (1976) attiraient l'attention sur tous ces risques et avançaient l'hypothèse de 200 000 producteurs de lait vers 1990 et autant d'éleveurs d'allaitantes.

Les coûts économiques et sociaux du processus d'intensification et de concentration de la production laitière sont difficiles à évaluer, mais à coup sûr considérables. C'est au Ministère de l'Agriculture de les prévoir et de les limiter, de fixer des objectifs (effectifs d'éleveurs comme de vaches...) et de trouver des solutions à certains conflits d'intérêt entre la collectivité et les producteurs de lait et les industries qui ont le plus bénéficié des processus de concentration-intensification, comme entre les différentes catégories de producteurs et entre les régions. Voici quelques voies qui devaient être mises en oeuvre :

a) Faciliter le maintien de la pluralité des systèmes de production laitière qui correspond à la diversité des conditions françaises

L'avantage économique de la vache laitière à haute production se rétrécit rapidement lorsque la production fourragère et le niveau de la ration de base sont insuffisants (cf. texte de LIENARD). La spécialisation laitière de producteurs qui ne disposent pas de ressources fourragères, de structures et de la qualification nécessaires, les rendra plus sensibles aux aléas de la conjoncture laitière comme à ceux du climat. Il ne manque pas d'exemples d'associations heureuses avec d'autres productions : lait intensif et autres productions intensives, hors sol notamment, dans l'Ouest (cf. exposé de PERRAUD), production laitière améliorée et boeufs dans les exploitations relativement grandes et morcelées de Normandie ou de Lorraine, production laitière et grandes cultures dans le Nord du Bassin parisien (cf. texte de LIENARD), voire production laitière et vaches allaitantes.

L'amélioration du revenu des éleveurs ne passe pas seulement par l'augmentation de la production mais aussi par la réduction du coût d'entretien et d'alimentation des vaches (cf. textes de MATHIOT et de JOURNET) : meilleure

exploitation des prairies, recours aux fourrages de légumineuses, aux céréales (blés) fourragères et aux protéagineux (colza, pois...) métropolitains, valorisation des sous-produits industriels, ces deux derniers points nécessitant une concertation entre producteurs de lait et industriels de l'alimentation animale. Des économies seront peut-être aussi à trouver dans une sous-alimentation raisonnée des vaches à haut potentiel qui vont naître dans les zones peu favorisées.

b) Raisonner et encadrer la politique d'amélioration génétique

La politique génétique suivie dans les différentes races doit être en accord avec une politique de l'élevage bovin à long terme. Si les hypothèses précédentes concernant l'intérêt pour la collectivité de conserver une proportion plus importante de vaches à aptitudes équilibrées (production de viande rouge, valorisation du territoire...) s'avèrent justifiées, il faut en tirer les conséquences.

L'amélioration de la production de matière utile est évidemment l'objectif central de la sélection de la population Pie noire, sans oublier toutefois les qualités d'élevage et de traite. Cependant, à la différence de la sélection pratiquée en Amérique du Nord, il est indispensable de caractériser les aptitudes viande des taureaux. Il s'agit d'abord de tenir cette information à la disposition des éleveurs ; passée la phase actuelle d'accroissement accéléré du potentiel laitier, nombre d'entre eux continueront sans doute à avoir besoin de maintenir leur recette viande. Pour eux, sans doute, et pour l'économie nationale à coup sûr, il est plus intéressant d'avoir des taureaux ayant un index laitier plus faible de quelques centaines de litres mais donnant à leurs veaux une conformation acceptable pour la boucherie. Le coût alimentaire de cette conformation est nul alors que celui du lait supplémentaire est d'environ 0,45 UFL par litre. S'il est hors de question de retrouver la conformation de la Frisonne, il est utile de tenir compte des aptitudes viande dans la sélection afin de les maintenir à un niveau acceptable sans ralentir sensiblement l'amélioration du potentiel génétique laitier. Cet objectif n'est pas utopique, comme le montrent la variabilité de la conformation et de l'épaisseur musculaire de la Holstein et l'absence de corrélation génétique entre l'index laitier des taureaux et la valeur viande de leurs veaux (cf. texte de COLLEAU). Il était d'ailleurs celui qu'avait défini en mai 1979 le groupe CNAG-ITEB présidé par Mr ROULLEAU ; il est temps de mettre en oeuvre les moyens de l'atteindre.

Les éleveurs des races à aptitudes mixtes, Montbéliardes et Normandes, constatent que l'écart dans le potentiel génétique laitier est en train de se creuser avec la Pie noire. Doivent-ils accepter ou non cette situation ? Sinon, comment améliorer le potentiel de leurs races aussi vite que celui de la Pie noire, sans perdre les aptitudes viande et les qualités d'adaptation à leur milieu de ces races ? Est-ce même concevable avec des effectifs limités (1 million de Pie rouges et 2 millions de Normandes) face à plus de 20 millions de Pie noires européennes et nord-américaines (cf. texte de BOUGLER et DUPLAN) ? Ces choix sont très difficiles et urgents. Les pouvoirs publics ont le devoir de les éclairer en définissant la place à réserver à ces races mixtes et en promouvant des études prévisionnelles sur les conséquences techniques et économiques des différentes options, au niveau des exploitations comme de la collectivité. Ils ont aussi à veiller à ce que des infusions non maîtrisées de gènes Holstein ne compromettent pas irrémédiablement l'originalité et la survie de ces races qui sont une richesse nationale.

L'amélioration génétique doit être fondamentalement définie et réalisée par les éleveurs concernés. Les pouvoirs publics ont à l'éclairer, d'abord en définissant la politique à long terme, à contribuer à son financement et à promouvoir les mesures d'accompagnement, par exemple, le paiement du lait à sa teneur en matière utile. Ils doivent aussi l'encadrer pour qu'elle corresponde au mieux aux besoins de tous les éleveurs et aux intérêts de la collectivité nationale. Cela ne pose guère de problème dès lors que la politique de l'élevage bovin aura été définie en commun par les professionnels et les Services publics.

c) Orienter la répartition entre les régions des accroissements des productions bovines

La production laitière et, plus généralement la production bovine, peuvent être utilisées comme un outil au service d'une politique d'aménagement du territoire et de maintien de l'emploi. Dans cette perspective, mieux vaut pour la collectivité nationale d'avoir une dizaine de producteurs de lait de 100 000 l situés dans différentes régions, spécialement celles en difficulté, que 3 ou 4 de 250 à 300 000 l, même très performants, dans les seuls bassins laitiers de l'Ouest (les trois régions de l'Ouest fournissent déjà 45 p.100 du lait et près de 70 p.100 du beurre produit en France). Cela conduit à réserver en priorité les accroissements de la production laitière nationale aux zones en difficulté qui ont le plus besoin de conserver leurs producteurs laitiers.

La conception, l'élaboration et la mise en applicaiton d'une telle politique sont extrêmements difficiles. Elles impliquent obligatoirement un arbitrage de l'Etat entre les demandes, toutes justifiées, des différentes régions. Elles conduiraient à freiner la spécialisation des fermes laitières de l'Ouest qui ont acquis une dimension et une sécurité économiques satisfaisantes (plus de 200 000 l de lait par an par exemple). En contrepartie, il faudrait aider ces producteurs à élaborer des systèmes d'exploitations plus diversifés et à consacrer leurs possibilités d'agrandissement à d'autres productions : céréales, protéagineux remplaçant le soja..., ce qui nécessitera souvent des améliorations foncières (drainage...). Cette politique passerait aussi par une modulation des aides aux investissements industriels (après avoir mesuré ses conséquences sur l'appareil de transformation en place), et par la protection des produits originaux, notamment des fromages de montagnes.

d) Mobiliser les potentialités des industries laitières

Le développement de l'industrie laitière, et sa concentration en unités de grande taille, a accompagné, incité et marqué celui de la production laitière. Cette industrie a mis en application le progrès scientifique et technique (cf. texte de BODY), diversifié ses produits pour stimuler la consommation de produits frais et de fromages (cf. texte de COMBRIS), développé des exportations (cf. texte de RULLIER). Les perspectives de progrès technologique, examinées dans le texte de BERGERE, sont considérables : réduction de la consommation d'énergie dont cette industrie

est fort gourmande, mécanisation et automatisation de la fabrication des fromages, séparation des constituants du lait en vue de nouvelles utilisations... Elles vont accroître la productivité et, espérons-le, la compétitivité de l'industrie laitière française.

Cependant, pour être pleinement valorisés, ces progrès nécessitent une totale concertation entre les producteurs et les transformateurs. Ces derniers vont avoir des exigences croissantes quant à la qualité bactériologique, hygiénique et chimique du lait (cf. texte de BERGERE). En dépit d'un réel progrès, la France est encore en retard dans le domaine de la qualité bactériologique des laits, ce qui gêne la transformation et la fabrication de produits de bonne qualité, capables de se conserver pendant des durées de plus en plus longues. De même, il devient indispensable de tenir compte des répercussions technologiques qu'ont les changements dans les méthodes des productions, qu'il s'agisse des pesticides, des régimes alimentaires (ensilages...) et même des types génétiques ; et cela, au moins autant pour les ateliers artisanaux que pour les grandes usines. A l'inverse, les producteurs pourront exiger de bénéficier de leurs efforts dans tous ces domaines et des gains de productivité des entreprises laitières.

L'outil de choix d'une telle politique est le paiement du lait selon sa qualité : qualité bactériologique d'abord, en appliquant enfin en totalité la loi de 1969 ; richesse en matière utile ensuite, laquelle est indispensable aussi à l'amélioration génétique. Le flou actuel fait probablement le jeu d'intérêts particuliers locaux mais certainement pas celui de l'industrie laitière française face à ses grands concurrents, à celle des Pays-Bas en premier lieu.

e) Choisir les outils économiques les mieux adaptés

La CEE a mis en place, à intervalles ou de façon continue, des mesures pour limiter la production ou pour faciliter son écoulement (cf. texte de CORNET *et al.*). Sans ouvrir ici un dossier extrêmement complexe et brûlant, à Bruxelles comme à Paris, il est utile de souligner l'intérêt des études sur modèles pour prévoir les conséquences des mesures envisagées. En voici deux exemples :

A l'aide du « modèle du Pin », LIENARD montre que l'application d'une taxe de coresponsabilité croissante instaurée à partir d'une livraison de 80 000 l, associée au paiement du lait à sa teneur en matière utile, réduit considérablement la supériorité économique de la Holstein sur la Normande jusqu'à un équivalent de 200 l de lait par hectare.

Appliqués aux résultats de l'enquête INRA-CCAOF rapportés ici par PERRAUD et par MATHAL, les essais de simulation aboutissent aux conclusions suivantes (HAIRY, PERRAUD et I. FOULHOUZE (à paraître)) : 1) un accroissement uniforme de la taxe de coresponsabilité frappe relativement plus les revenus de la masse des petits producteurs, comme on pouvait s'y attendre d'ailleurs, et aussi ceux des producteurs, jeunes en général, qui sont en cours de modernisation, 2) le système des quotas a des conséquences plus néfastes encore pour ces deux catégories ; en taxant lourdement les plus dynamiques, il décourage tout effort de modernisation mais freine les reconversions viande-lait ; il fige les inégalités actuelles et la production française loin de son potentiel, 3) une taxe de coresponsabilité croissante, à partir d'un certain niveau de livraison, touche beaucoup plus les gros livreurs, même si elle revient à simplement annuler les avantages de prix qu'ils reçoivent actuellement, 4) un système de quantum a des conséquences de même nature mais il les amplifie en procédant à une véritable redistribution des revenus.

Correctement manipulées, ces deux dernières mesures apparaissent ainsi mieux adaptées au maintien des effectifs d'éleveurs de bovins, à une régionalisation de la production, et la prise en considération de la production de viande dans la sélection et dans l'exploitation des vaches laitières. Cependant, la marge de manœuvre est extrêmement étroite. D'une part, il n'est pas facile de maintenir le plus grand nombre d'éleveurs de bovins sans risquer de pénaliser ou de décourager les exploitants les plus qualifiés et les plus dynamiques, car le revenu que leur assure la production laitière reste modeste par rapport à ses servitudes, quand on le compare à celui procuré par d'autres productions agricoles ou d'autres professions. D'autre part, les obstacles sont au moins aussi grands au niveau de la politique agricole commune puisque l'application d'une taxe de coresponsabilité croissante ou, encore plus, d'un quantum communautaire se ferait essentiellement au détriment du Royaume-Uni et des Pays-Bas. Toute initiative strictement française qui risquerait de réduire la compétitivité de notre élevage par rapport à nos concurrents étrangers accentuerait nos difficultés.

En conclusion, les moteurs humains, biologiques et socio-économiques qui ont entraîné les formidables progrès de la production et de l'industrie laitière françaises se renforcent. Les retombées négatives, déjà importantes, risquent de s'aggraver considérablement. Les pouvoirs publics et les professionnels ont à élaborer en commun une politique à long terme de l'élevage bovin conciliant le dynamisme des producteurs qui ont tiré jusqu'ici le train du progrès avec l'avenir du plus grand nombre et l'intérêt de la collectivité nationale. Concertation entre les éleveurs de bovins, les industriels et les pouvoirs publics ; mobilisation et regroupement des hommes actuellement dispersés dans les divers organismes de développement ; effort de recherche ; concentration des moyens de toutes sortes jusqu'ici émiettés dans de multiples canaux ; application d'une série de mesures cohérentes dont on aura essayé de prévoir l'impact..., voilà quelques-uns des moyens à mettre en œuvre simultanément pour atteindre les objectifs de cette politique.

Références bibliographiques

Assemblée de la CEE, 1979. Rapport sur les mesures à prendre pour améliorer la situation du secteur laitier. Document 115/79, 128 p.

DE BOER P.B., VAN DIJK H., VOSTENDORP D., 1979. *Information statistique sur l'élevage bovin et ovin aux Pays-Bas.* Document de l'Institut de recherches et de vulgarisation de l'élevage bovin, Lelystad (Pays-Bas).

Institut Technique de l'Elevage Bovin. Confédération nationale de l'élevage, 1981. *Lait et viande bovine en 1980. Perspectives 1981.* Document n°81.011.

JARRIGE R., LIENARD G., 1976. Evolution du troupeau laitier et ses conséquences sur la production de viande bovine et l'avenir du troupeau de vaches nourrices. *Bull. tech. CRZV Theix, INRA,* **23**, 47-59.

JARRIGE R., 1977. Effectif et structure du troupeau bovin français dans les années 90 : hypothèses et éléments de choix. In *Contribution des techniques à l'équilibre des productions de lait et de viande.* ITEB, p.125-138.

75 years of dedication and progress, 1981. *J. Dairy Sci.,* **64**, 6, 875-1526.

LAMB R.C., 1981. Are our cows becoming more or less efficient ? *Hoard's dairyman,* 25 mai 1981, p. 763. Ministère de l'Agriculture, 1979. L'économie laitière européenne. Faits et chiffres. Quelles politiques ? *Bull. tech. Inf.,* n° spécial 345-346, 67 p.

PERRAUD D., HAIRY D., FOULHOUZE Inès. Taxes de coresponsabilité, quotas, quantum. Essais de simulation (à paraître).

LA PRODUCTION LAITIÈRE FRANÇAISE *

Évolution récente et perspectives

La quantité de lait collectée en France, comme dans les autres pays de la CEE, augmente en moyenne de plus de 2 p. 100 par an depuis au moins deux décennies. Le nombre de vaches traites étant resté à peu près stable (7,5 millions en France, 25 millions dans la CEE à 9), cette augmentation est due à l'accroissement de la production laitière par vache, combinée à celui du taux de collecte. La consommation intérieure de produits laitiers et les exportations normales n'arrivent pas à absorber cette augmentation de la production, et les excédents laitiers s'accumulent en « montagnes » de beurre et de lait écrémé en poudre. Les pays de la CEE sont perpétuellement à la recherche d'une politique qui concilierait un juste salaire aux petits producteurs de lait avec la prévention ou, tout au moins, le contrôle des crues du « fleuve blanc ».

Tout cela a été décrit et analysé dans de nombreuses études. Le présent ouvrage n'a pas l'ambition de renouveler un dossier déjà si documenté, ni d'être exhaustif, et encore moins de proposer des solutions miracles. Il rassemble les exposés présentés au cours des deux réunions que la Commission des Recherches bovines de l'INRA a tenues en 1980 sur ces problèmes.

Les premiers précisent l'évolution au cours des dernières années des cheptels bovins, des caractéristiques des exploitations, du revenu et de l'endettement des éleveurs de bovins, comme du coût du soutien du marché laitier. Viennent ensuite des analyses effectuées au niveau des exploitations de certaines régions de l'Ouest (Finistère...), du Nord-Est (Thiérache...) et de montagne. De cet ensemble ressortent les moteurs biologiques et socio-économiques qui ont conduit à la spécialisation, à l'intensification et à la concentration de la production laitière : ce sont notamment l'accroissement du potentiel de production des vaches, l'amélioration de l'alimentation et de la protection sanitaire, la réduction de la main-d'œuvre, le développement de l'industrie laitière, la rénovation des bâtiments d'élevage, les prêts incitant à un endettement croissant.

La diffusion récente mais accélérée des gènes Holstein conduit inexorablement à un nouveau bond de la capacité de production du cheptel français. Les zootechniciens examinent les exigences alimentaires et sanitaires de ces vaches à haut niveau de production et aussi leurs insuffisances quant à la production de viande. Cette « américanisation » du cheptel va inexorablement réduire la production de viande de qualité, et probablement la production totale, fournies par notre troupeau laitier, laquelle représente jusqu'ici près de 70 p. 100 de la production nationale.

Les progrès des techniques de transformation et les débouchés extérieurs à la CEE permettront-ils d'absorber l'accroissement prévisible de la collecte laitière au cours des prochaines années ? Tel est l'objet du dernier groupe d'exposés, dont un chiffre doit retenir l'attention : le fameux circuit du lait (écrémage, deshydratation du lait écrémé, aliments d'allaitement) absorbe 0,067 tonne d'équivalent pétrole par 1 000 l de lait.

Au total, les données objectives et les éléments de réflexion contenus dans cet ouvrage devraient être utiles à toux ceux que préoccupent l'avenir de la production laitière nationale et des éleveurs de bovins.

* Un ouvrage de 440 p. Prix : 180,00 F TTC
Disponible auprès du :
Service des Publications de l'INRA
Route de St-Cyr - 78000 Versailles
CCP Paris 9064-43V

Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1983 (52) 63-82

Modernisation des exploitations en zone fromagère des Savoies au cours d'une période difficile

Analyse de l'évolution d'un groupe d'élevages sur 6 ans (1975-76 à 1980-81) (a)

D. CAYLA *, G. LIENARD **, G. BAUD *, J.F. BOUCHET ***

** C.E.M.A.G.R.E.F., Division technique et Economie des exploitations d'Elevage bovin et ovin et de Polyculture Groupement de Clermont-Ferrand*

*** Laboratoire d'Economie de l'Elevage*

**** Centre de Gestion et d'Economie rurale de Haute-Savoie*

Dans les régions de demi-montagne de l'Est français, les éleveurs vivent de longue date du lait, en le transformant préférentiellement en fromages de garde. Ces fabrications, valorisantes du fait de leur image de qualité -''qualité-sécurité et qualité-originalité'' (I.N.E.R.M., 1975) - exigent une grande propreté bactériologique du lait (1), ce qui a amené les responsables des fromageries (qui sont très souvent des fruitières de village (2), à interdire l'emploi de l'ensilage dans l'alimentation des vaches laitières. Cette contrainte et celles qu'entraîne le milieu montagnard influencent nettement le système fourrager et la manière dont peuvent être menées l'intensification de la production et la modernisation des exploitations.

Le foin restant la base des rations hivernales, une des voies d'amélioration mise en œuvre par certains éleveurs est le séchage complémentaire du foin en grange par ventilation, dans le cadre d'une chaîne de ramassage basée sur le vrac, l'autochargeuse et un dispositif de chargement-déchargement de l'aire de séchage (souffleur ou griffe avec pont roulant ou bras articulé...). Cet équipement permet tout à la fois d'améliorer la qualité des foins, par réduction des pertes et possibilité d'avancer la date de coupe, et d'accroître les tonnages récoltés, tout en allégeant le travail et surtout sa pénibilité. Un autre avantage de l'ensemble est son autonomie de chantier qui permet de mener la récolte à deux personnes. Son inconvénient majeur est son coût d'investissement, mais le prix plus élevé du lait résultant des fabrications fromagères, du moins jusqu'en 1978/79, permettait de l'envisager dans les exploitations d'une certaine dimension. Cependant, la situation fréquente de plateau facilite une certaine culture, ce qui a permis aux agents de développement, en relation avec l'I.T.G. (Institut technique du Gruyère) et l'I.T.E.B., d'expérimenter et de proposer des possibilités complémentaires d'amélioration des rations hivernales en associant au foin la betterave fourragère et/ou l'épi de maïs ensilé (F. MOREL D'ARLEUX, 1980), ces aliments bien employés n'entraînant pas plus de risque de contamination des laits que le foin (J.C. CHAMBA *et al.*, 1980).

L'analyse faite ici retrace l'évolution sur 6 campagnes (de 1975/76 à 1980/81) de 18 exploitations de l'avant pays Haut-Savoyard (Plateau des Bornes autour de Cruzeilles entre 550 et 950 mètres d'altitude) (3). La région est productrice d'emmenthal ''grand cru'' fabriqué à partir de lait excluant l'ensilage, avec un label obtenu en juillet 1979. En 1980, 70 p.100 du lait du département de Haute-Savoie est transformé en emmenthal. Par rapport à la Franche-Comté, cette région se caractérise par des structures d'exploitations plus petites (14,6 ha de moyenne départementale et 21,8 ha pour les exploitations à temps complet, R.G.A., 1980) et la *pression foncière* est forte, accentuée dans certaines

(a) Article également publié dans le Bulletin d'Information du C.E.M.A.G.R.E.F.

(1) Notamment une très faible teneur en spores de type *tyrobutyricum* (BERGERE, 1983).

(2) Selon PERRIER—CORNET (1982), ce système absorbe encore, en 1980, plus des deux-tiers de la production laitière des deux départements du DOUBS et du JURA.

communes par l'extension des résidences secondaires. L'intensification du processus de production n'en est que plus nécessaire. La plupart des exploitations de l'échantillon ont entrepris la modernisation de leurs installations, à des époques variables, et beaucoup ont mis en œuvre les propositions d'amélioration fourragère qui viennent d'être rappelées, dans le cadre des groupes d'étude locaux, C.E.T.A. et G.D.A.

L'objectif initial de l'étude, qui a fait l'objet de 5 publications annuelles et d'une synthèse (cf. Bibliographie) était *d'appréhender l'incidence de la modernisation des exploitations sur leur devenir,* par les modifications qu'elle pouvait entraîner sur les moyens et les techniques de production, et par les conséquences que cela pouvait avoir sur les résultats techniques et économiques, ainsi que sur les conditions de travail.

I - Caractéristiques des exploitations et leur regroupement en trois ensembles par rapport à leur itinéraire de développement

Ces exploitations ont une superficie moyenne de près de 40 ha, allant de 24 à 78 ha, dépassant donc largement la moyenne du Plateau des Bornes (16,7 ha, mais 23 p.100 des exploitations excèdent 25 ha et occupent 51 p.100 de la S.A.U., R.G.A., 1980). De même, la proportion en fermage est plus forte, 62 p.100 en moyenne (contre 44 p.100), caractéristique d'exploitations qui se sont agrandies récemment. Mais l'importance des surfaces fourragères est la même que l'ensemble régional (plus de 85 p.100 de la S.A.U.) et ces exploitations sont très spécialisées sur la production laitière puisque le produit bovin atteint 89 p.100 du total et le produit lait à lui seul 70 p.100, comme sur tout le Plateau qui compte 98,5 p.100 de laitières parmi les vaches et moins de 8 brebis pour 10 vaches.

La main-d'œuvre est relativement abondante, grâce à la présence fréquente de deux hommes, ce qui est répandu dans la région. Il s'agit de main d'œuvre familiale (souvent deux frères ou association père-fils). Une seule exploitation a un salarié à temps partiel, quelques unes ont un peu d'appoint en main-d'œuvre temporaire, au total moins de 4 p.100 d'U.T.H. salarié.

La pérennité de ces exploitations est assurée, du moins à moyen terme (15-20 ans). Comme on l'a dit, la grande majorité de ces éleveurs ont des rapports suivis avec des organismes de développement (14 sur 18), ce qui explique une certaine similitude dans les choix techniques. Plusieurs d'entre eux exercent aussi diverses responsabilités.

(3) En réalité, une des exploitations est située en SAVOIE sur le Plateau des Bauges.

1 - Ces exploitations ont connu des évolutions technico-économiques différentes, qui peuvent se regrouper en 3 ensembles

Malgré l'homogénéité de situation et de "profil", ces exploitations ont eu des cheminements technico-économiques très variés. Néanmoins, il est possible de les regrouper selon trois ensembles, à partir de l'évolution observée au cours des 6 années (voir notamment fig. 4).

- L'ensemble A

Il comprend 6 exploitations ayant nettement amélioré les performances techniques et la marge par U.G.B.B.. Partant d'un même revenu par travailleur que les deux autres ensembles en 1975/76 (environ 30 000 F), elles sont les seules à l'avoir accru notablement, grâce à une croissance de la marge totale supérieure à celle des charges de structure.

- L'ensemble B

Il comprend 6 exploitations n'ayant pratiquement pas amélioré les performances techniques, mais où la marge par U.G.B.B. a légèrement augmenté. Le revenu se retrouve en 6e campagne quasi identique à celui de 1975/76, en francs courants, car la très forte augmentation des charges de structure, qui sont multipliées par 2,5 annule le supplément de marge totale obtenu.

- L'ensemble C

Il comprend 6 exploitations n'ayant pas amélioré les performances techniques et pour lesquelles la marge par U.G.B.B. reste faible. Le revenu de 1980-81 est inférieur de près de 20 p.100, en francs courants, à celui de la première année. En effet, la marge totale augmente peu (40 p.100) alors que les charges de structure doublent.

L'évolution divergente de revenu de ces trois ensembles est interrogative. Nous nous proposons d'analyser les raisons de cette différence. Celles-ci sont évidemment multiples, mais elles proviennent pour beaucoup d'écarts dans la maîtrise technique du complexe surface fourragère - troupeau bovin et du moment où s'est effectuée, ou non, la modernisation de l'appareil de production, les deux éléments étant en partie liés.

2 - Caractérisation des trois ensembles (tabl. 1)

- L'ensemble A

Il comporte des exploitations de bonne dimension (38 ha en 1975/76 ; 43 ha en 1980/81) qui ont toutes amélioré leur appareil productif, le plus souvent (5/6) par construction de stabulations entravées au début des années 1970 avec mécanisation de la chaîne de récolte et adjonction d'installations de séchage en grange, plus rarement (1/6) par la seule amélioration des techniques avec la ventilation en grange des fourrages. En cours de période, certains aménagements ont été faits, installations de lactoducts, parfois constructions pour génisses d'élevage.

TABLEAU 1

Caractéristiques générales et moyens de production

	EXPLOITATIONS dont l'EVOLUTION est REUSSIE		EXPLOITATIONS ayant PEU PROGRESSE techniquement et économiquement		EXPLOITATIONS n'ayant PAS PROGRESSE techniquement avec RECUL des résultats économiques	
ENSEMBLE	A		B		C	
	1975-76	1980-81	1975-76	1980-81	1975-76	1980-81
NOMBRE D'EXPLOITATIONS	6	6	6	6	6	6
S.A.U. (ha)	38,5	42,7	27,7	30,7	42,2	47,0
S.F.P. (ha)	31,7	37,5	22,9	26,8	35,4	41,7
U.T.H. (nb)	2,45	2,33	2,03	1,98	2,16	2,33
Ha S.A.U./U.T.H. (ha)	15,7	18,3	13,6	15,5	19,5	20,2
U.G.B. (nb)	45,8	57,3	27,2	33,3	45,3	59,0
V.L. (nb)	33,0	40,0	20,5	25,2	31,3	40,5
Capital d'exploitation (F/exploitation) ..	458 788	707 391	218 819	706 106	397 751	822 442
dont : Matériel	60 065	138 750	42 583	97 517	88 954	123 090
Constructions	140 078	180 020	26 476	292 072	79 359	309 031
Cheptel bovin	161 847	266 000	82 430	168 231	134 872	268 400
Total emprunts (foncier exclu) (F/exploit.)	154 688	173 732	38 373	324 627	123 519	304 499
dont : Emprunts bâtiments	105 837	84 046	5 329	233 534	43 376	176 260
Dettes et Courts Termes	14 750	22 647	12 708	36 173	23 876	73 396
Taux d'endettement (%)	*33,7*	*24,5*	*17,5*	*46,0*	*31,0*	*37,0*
Importance du fermage (%)		*61,4*		*54,2*		*66,5*
Installations de séchage en grange (nb) ...	5/6	6/6	2/6	4/6	2/6	2/6
Plans de Développement (nb)	0	0	0	4/6	0	2/6

TABLEAU 2

Les productions fourragères

	A				B				C			
	1975-76		1980-81		1975-76		1980-81		1975-76		1980-81	
COMPOSITION DE LA SURFACE FOURRAGERE :	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
S.T.H.	19,5	*61,5*	22,3	*59,5*	17,4	*76,0*	21,3	*79,5*	25,2	*71,2*	30,4	*72,9*
Betteraves	0,4	*1,3*	0,6	*1,6*	0,1	*0,4*	-	-	0,*1*	*2,0*	0,8	*1,9*
Maïs fourrage	0,3	*0,9*	2,1	*5,6*	0,3	*1,3*	0,5	*1,9*	1,0	*2,8*	3,9	*9,4*
Prairies cultivées	11,5	*36,6*	12,5	*33,3*	5,2	*22,7*	5,1	*19,0*	8,5	*24,0*	6,6	*15,8*
N-P-K / ha S.F.	89		205		80		104		138		197	
N/ha S.F.	25		63		17		28		37		69	
Frais de culture de la S.F./ha S.F.	199		634		253		375		308		677	
dont : Engrais (F/ha S.F.)	144		497		122		311		237		472	
U.G.B./ ha S.F.	1,44		1,53		1,19		1,24		1,28		1,41	
dont : nourries hors exploitation ..	0,07		0,10		0,01		0,04		0,02		0,13	
nourries sur exploitation ...	1,37		1,43		1,18		1,20		1,26		1,28	

Elles comportent toujours deux hommes — soit 2 frères âgés de 40 à 45 ans conduisant leur exploitation de concert en G.A.E.C., société ou association de fait, — soit des associations père-fils avec le père âgé de 50-55 ans et le fils dont l'âge se situe le plus souvent entre 20 et 35 ans.

En 1975, le capital d'exploitation est relativement élevé (environ 10 000 F/UGB dont 3 000 F de constructions). Il en est de même de l'endettement (34 p.100) — lequel, constitué surtout par des Prêts Spéciaux d'Elevage (P.S.E.) concerne majoritairement les constructions.

Au terme de la 6e campagne, le capital d'exploitation a crû modérément (+ 54 p.100 par exploitation mais seulement + 23 p.100 par UGBB) ; c'est surtout le capital matériel et cheptel qui a augmenté. Le taux d'endettement a baissé (24 p.100) le volume des emprunts bâtiments a diminué et ne concerne les constructions que pour moitié.

Ces agriculteurs ont engagé tôt la modernisation de leur appareil productif et la moitié d'entre eux a *échelonné les investissements,* ce qui a peut-être moins perturbé la conduite de l'exploitation. Ils sont à présent en ''*vitesse de croisière*''.

- *L'ensemble B*

Il comporte des exploitations de petite ou moyenne dimension (de 23 à 32 ha), ayant encore peu investi en 1975. Cependant, dès 1970, deux d'entre elles avaient doté leur grange de conception ancienne d'une aire de ventilation des fourrages.

Ces exploitations sont conduites : - par des agriculteurs âgés d'environ 35 ans, célibataires (2/6) ou mariés (1/6) - ou de concert par des agriculteurs s'approchant de la retraite, 55-60 ans, et leur (s) fils âgé (s) d'environ 20-25 ans en voie d'installation (2/6) - et dans un cas par deux frères de 45-50 ans en association.

La moitié de ces éleveurs n'entretiennent pas de relations avec le développement.

Quatre de ces exploitations se sont engagées dans des Plans de Développement au cours des 3 dernières campagnes pour la construction de bâtiments d'élevages d'une capacité de 40-45 vaches : stabulations entravées ou stabulations libres à logettes avec salle de traite ; ces quatre éleveurs, dont les deux qui disposaient déjà d'une aire aménagée, se sont équipés d'une installation complète de ventilation du foin en grange (avec pont roulant). En revanche, les deux autres éleveurs n'ont pas entrepris de construction, les bâtiments ayant reçu néanmoins quelques aménagements, mais ils n'ont pas d'aire de ventilation.

En 1975, le capital construction était très faible (en moyenne inférieur à 1000 F/UGBB). En 1981, le capital mis en œuvre apparaît assez considérable du fait des investissements réalisés par les 4 éleveurs en plan de développement : plus de 21 000 F/UGBB pour le capital d'exploitation et près de 9 000 F/UGBB pour le seul capital construction. Il faut rappeler que le montant total d'un investissement fait ''à neuf'', stabulation + équipement de traite + chaine de récolte des fourrages avec ventilation, est, en 1981, de l'ordre de 20 000 F par vache. Le montant des emprunts a été multiplié par 5,5 et le taux d'endettement est à présent considérable, 46 p.100.

Mais, si on considère les seuls élevages en Plan de Développement, le capital d'exploitation a été multiplié par 4 (en francs courants) - il atteint au 1er avril 1981, près de 30 000 F par hectare, 26 000 F par U.G.B. Les emprunts et dettes qui représentaient 15 p.100 du capital en 1975/76 ont été multipliés par 13, et le taux d'endettement en 6e année s'élève à 50 p.100. On mesure à ces chiffres le bouleversement économique qui en résulte pour ces élevages !

Ainsi, les exploitations de l'ensemble B sont, pour les deux tiers, en phase d'évolution intense.

- *L'ensemble C*

Il comporte des exploitations disposant généralement d'une surface plus grande que les deux autres (42 ha en 1975/76 et 47 ha en 1980/81).

Elles sont toutes modernisées : 5 l'étaient déjà en 1975 ; deux d'entre elles ont entrepris au cours du 4e exercice une nouvelle modernisation, dans le cadre de Plans de Développement pour doubler le troupeau de vaches ou pour loger les génisses. La 6e a modernisé ses bâtiments en cours d'observation.

Deux exploitations seulement ont des dispositifs de ventilation des fourrages (dont une avec pont roulant), dont elles disposaient déjà en 1975. *L'effort a donc porté ici, en priorité sur la seule capacité de logement.*

Ces exploitations sont conduites : - par des éleveurs âgés de 45 à 50 ans (3 cas) avec une succession qui se précice mais n'est pas encore en place ; - par des éleveurs plus jeunes, 32-33 ans, aidés de leurs parents qui approchent de la retraite.

Les chefs d'exploitation exercent *fréquemment des responsabilités* hors de l'exploitation (3/6), parfois ils déploient parallèlement une activité non agricole (1/6). Leur disponibilité apparaît donc moindre que dans l'ensemble A d'où un suivi peut -être moins strict du troupeau.

Depuis 1975, le capital d'exploitation double par exploitation et s'accroît de près de 60 p.100 par U.G.B.B. Le capital construction notamment est multiplié par quatre tout comme les emprunts bâtiments, ce qui montre bien que ces éleveurs *ont beaucoup investi en constructions sur la période récente.* Et en 1981, elles ont un niveau de capital construction par U.G.B. intermédiaire à celui des ensembles A et B. En revanche, elles disposaient d'un matériel plus complet en 1975 et elles ont moins investi sur ce plan par la suite. Au total, le taux d'endettement s'est accru et atteint 37 p.100 en 1981.

Par rapport à celles de l'ensemble A, dont elles se rapprochent par la surface et la situation de départ, ces exploitations paraissent donc - être moins stabilisées ; - disposer de bâtiments parfois moins fonctionnels ; - être gérées par des éleveurs moins disponibles quittant plus souvent leur exploitation ; - disposer de moins d'atouts techniques, notamment pour la maîtrise de la récolte des foins.

II - Le degré d'intensification du système fourrager apparaît dépendant de l'équipement des exploitations (tabl. 2, fig. 1)

1 - Dans l'ensemble des exploitations

La prairie naturelle est dominante. Mais compte tenu de la nécessité de constituer de gros stocks de fourrages, du fait de la durée de l'hivernage, 5,5 à 6 mois, toutes les prairies qui peuvent être fauchées le sont. Mais ceci n'est pas suffisant, et ces éleveurs, *disposant de peu de surface par travailleur,* ont recherché depuis longtemps un accroissement des ressources par la culture des graminées et des légumineuses, surtout en mélange complexe de longue durée, mais aussi avec du ray-grass italien ou de la luzerne distribués en vert.

Ils ont également développé la culture mécanisée de la betterave fourragère, parallèlement aux expérimentations entreprises dans l'Est central. Mais, après une certaine extension dans la moitié des exploitations jusqu'à la 3e campagne, elle régresse sensiblement ensuite et quelques éleveurs l'abandonnent même, pour diverses raisons. Certaines limites apparaissent après plusieurs années d'effort : les rendements s'avèrent irréguliers, du fait des aléas climatiques et aussi du fait de la rareté et de l'exiguité des parcelles aptes à la mécanisation, ce qui accentue les difficultés de maîtrise culturale et notamment le désherbage. En outre, la dépendance vis-à-vis des entrepreneurs pour le semis est gênante, et plus encore celle pour la récolte qui entraîne souvent l'inquiétude face aux risques d'intempérie, pluie ou gelée précoce. A cela peuvent s'ajouter pour certains les contraintes de distribution pendant tout l'hiver.

En revanche, si ces éleveurs n'ont pas utilisé les possibilités qu'offraient l'ensilage d'épi de maïs du fait de l'altitude, ils ont développé progressivement la culture du maïs fourrage avec un double objectif. En premier lieu, en vue d'un affouragement en vert des laitières pendant la deuxième partie de la saison de pâturage, parfois en relai avec le ray-grass italien. En second lieu, et par la suite, pour l'ensiler, à destination des génisses d'élevage. Ainsi la culture est pratiquée en 1980/81 par 14 éleveurs sur 18, contre 7 seulement en 1975/76. Mais l'importance actuelle et future donnée à cette production apparaît, pour l'instant, davantage liée à des conditions d'équipement qu'à la réussite culturale (le rendement en matière sèche d'un maïs est plus difficile à apprécier que celui des betteraves). En effet, l'affouragement en vert nécessite une ensileuse et des bâtiments, si ce n'est modernisés, du moins adaptés à une distribution commode. Après les premières années d'essai et de distribution manuelles, l'utilisation systématique pour l'alimentation des génisses exige, pour être durable, la consommation en libre service, donc une stabulation libre ; - certains éleveurs ayant des étables entravées pensent au désilage mécanique mais est-ce intéressant pour un atelier secondaire, puisque l'équipement ne sera pas utilisable pour les vaches ?

(4) La diminution de chargement du groupe au cours de la 6e période (1,43 U.G.B. nourries sur l'exploitation par ha S.F.P., contre **1,56** en 1979/80) provient de l'augmentation brusque de S.A.U. d'une des exploitations, qui entraîne une baisse momentanée de son chargement.

2 - Par rapport à ces orientations générales, certaines différences apparaissent entre les trois ensembles (tabl. 2, fig. 1)

- Les exploitations de *l'ensemble A* ont le plus misé sur les prairies cultivées : un tiers de la S.F.P., proportion qui s'est maintenue sur la période, ce qui est à relier avec leur équipement de séchage en grange. Mais curieusement, elles ont peu développé les légumineuses en culture pure. Elles ont essayé la betterave mais 2 seulement en produisent encore en 1980/81. Toutes produisent du maïs fourrage, en proportion modérée (5 à 10 p.100 de la S.F.P.).

Ces exploitations obtiennent régulièrement *le chargement le plus élevé* (4). La fertilisation s'accroît nettement sur la période, tant en azote qu'en fumure de fond, mais elle reste à un niveau modéré (50 à 80 N/ha S.F.P.), même si on tient compte des restitutions organiques bien utilisées dans ces élevages. Sauf circonstances exceptionnelles (sécheresse de 1976), *les éleveurs n'achètent pas de foin.* Ils envoient une partie de leurs génisses en estive, dans le cadre de groupements pastoraux pour un coût assez modique, les U.G.B. nourries en alpage représentent en moyenne 3,9 U.G.B. soit 0,10 U.G.B. par ha S.F.P.

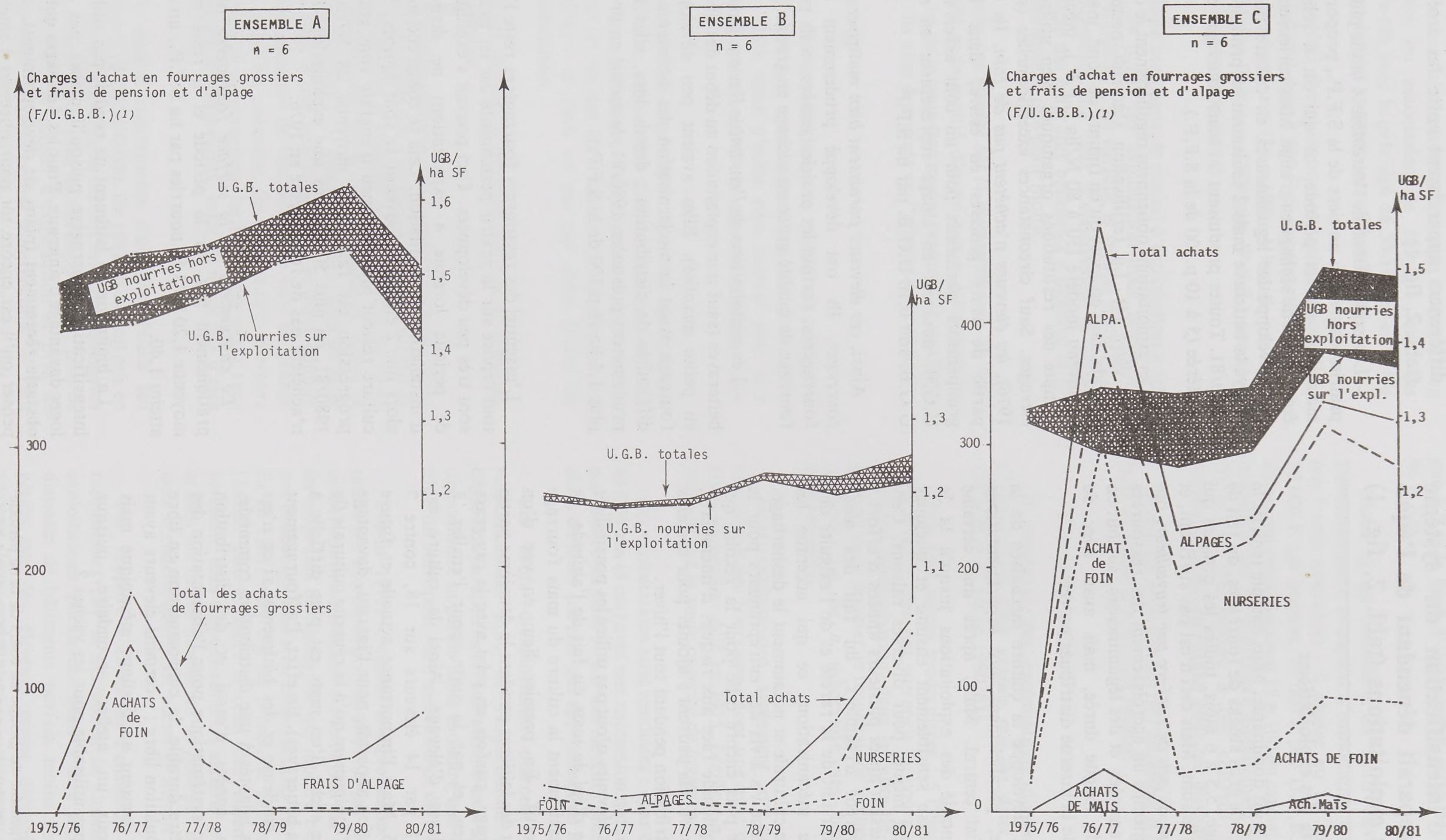
Ainsi, *ces éleveurs paraissent bien maîtriser leur système fourrager.* Ils ont développé prudemment les cultures fourragères, surtout les prairies semées, et ils produisent un fourrage de qualité grâce au séchage en grange.

- Les exploitations de *l'ensemble B* n'ont jamais cultivé de betteraves (sauf une exploitation au début des observations et en petite quantité). Elles avaient peu développé le maïs fourrage avant la modernisation des bâtiments du fait des difficultés de distribution ; depuis lors, elles l'augmentent prudemment puisqu'en 1980/81, la moitié en produisent, au plus 1,5 ha (5 p.100 de la S.F.P.).

L'essentiel des ressources fourragères reste l'herbe. Mais tout repose sur la prairie permanente car les prairies semées sont très peu développées. Ceci pouvait s'expliquer en début de période lorsque 4 exploitations ne disposaient pas d'installation de ventilation. Cela se comprend moins ensuite alors que 2 élevages nouveaux se sont équipés. Les frais de culture restent modérés, peu d'engrais sont employés et la progression est faible, en moyenne 28 N/ha S.F.P. en 1980/81, au plus 50 N dans une exploitation. Les éleveurs n'achètent pas de foin, même en 1976.

Le chargement de la surface fourragère ne progresse pratiquement pas sur la période et il reste modeste, en moyenne 1,20 U.G.B. nourries par ha S.F.P., un seul élevage atteint 1,40.

La limitation en bâtiment ne rendait pas utile une forte intensification fourragère puisqu'il n'était pas possible de loger davantage d'animaux. Pour les **4 élevages qui ont levé cet obstacle récemment** (plans de développement), on pourrait penser qu'il est encore tôt pour observer l'amélioration du chargement qui devrait en résulter. En réalité, il y a bien eu chez eux augmentation du cheptel global (+ 7,8 U.G.B. soit



(1) En francs courants.

FIG. 1 : *Chargement de la surface fourragère et achats de fourrages à l'extérieur*

27 p.100) ; mais cela s'est fait par extension de la surface fourragère, provenant à la fois d'un agrandissement de superficie et d'une réduction de la part des céréales (de 19 à 13 p.100 de la S.A.U.), et par un plus grand recours aux ressources extérieures, notamment l'envoi de génisses en pension (''en nursery'' et élevage spécialisé) ; mais celui-ci n'intervient qu'en fin de période donc postérieurement aux investissements, ce qui accroît les délais de croissance du troupeau. En revanche, le nombre d'U.G.B. nourries par ha S.F.P. n'a pratiquement pas été amélioré dans ces 4 élevages (de 1,24 à 1,27), malgré les moyens de récolte améliorés dont ils diposent. Toute ceci peut s'expliquer, on peut néanmoins être inquiet compte tenu du montant des investissements réalisés.

- Les exploitations de *l'ensemble C* ont misé sur un *équilibre fourrager différent.*

N'ayant pas en majorité d'installation de séchage, elles ont peu de prairies semées et celles-ci régressent même en cours de période (de 24 à 18 p.100 de la S.F.P.). L'effort d'intensification a porté initialement sur la betterave fourragère : ces exploitations en cultivent le plus, jusqu'à 3 et 4,5 ha pour deux d'entre elles en 1977/78 ; mais ces dernières restent les seules à en produire encore en 1980/81, sur des surfaces en réduction. Le relais a été pris par le maïs fourrage : en 1975, 3 élevages seulement en semaient de faibles surfaces ; à présent, toutes en cultivent, près de 4 ha en moyenne soit 10 p.100 de la S.F.P., au maximum 8 ha (16 p.100 S.F.P.),et 55 p.100 de la surface de maïs sont ensilés pour les génisses, 3 élevages en ensilent les trois quarts.

Ce système fourrager s'accompagne de charges de culture plus élevées que dans l'ensemble A. Si les quantités d'engrais sont globalement du même ordre, elles sont employées différemment, notamment l'azote : ainsi, les prairies naturelles de fauche sont moins fertilisées (47 N/ha contre 58 N/ha pour A) alors que c'est l'inverse pour les pâtures et les prairies temporaires davantage exploitées en pâturage en ''C''. Il est caractéristique d'observer que ces éleveurs *achètent tous du foin*, tous les ans, les quantités pouvant être notables (près de 200 F/U.G.B. pour 2 élevages).

Malgré tout, le *chargement* en U.G.B. nourries sur l'exploitation (et sans avoir déduit l'équivalent des achats de foin) est nettement *inférieur* à celui de l'ensemble , *1,28* U.G.B./ha en moyenne. En revanche, ces exploitations font le plus appel à l'élevage hors exploitation, 8 p.100 des U.G.B. sont nourries en alpage et surtout en nursery (fig. 1).

Ainsi, ces éleveurs tirent un mauvais parti d'une de leurs principales ressources que sont les prairies de fauche. Cela peut sans doute être relié à l'absence d'installation de séchage en grange : 2 seulement en sont équipés et l'un deux, ayant parmi les surfaces les plus faibles de l'ensemble C, est le seul dans le groupe à obtenir un chargement correct (1,66). Mais l'absence d'équipement peut avoir des conséquences plus nettes encore sur la qualité des fourrages, comme le montrent les performances laitières.

III - Les performances laitières ne s'améliorent que dans les exploitations équipées et stabilisées et disposant de fourrages de qualité (tabl. 3 et 4, fig. 2)

1 - Dans l'ensemble A

- La race Abondance domine dans 3 troupeaux, la Montbéliarde dans un seul et un élevage est entièrement de race Tarine. Plusieurs de ces troupeaux sont de bonne valeur génétique. La composition raciale évolue peu sur la période

- Le troupeau paraît relativement stabilisé en fin de période. Le taux de réforme, minoré au début des observations, s'accroît nettement (24,6 p.100 contre 17 p.100 en 1975/76). D'ailleurs 30 p.100 des réformes proviennent alors de l'âge, les deux autres causes principales étant l'infécondité (30 p.100) et surtout la sélection (35 p.100), ce qui est significatif. Le renouvellement s'opère quasi exclusivement par élevage alors que les achats étaient notables en 1975. Enfin, les effectifs n'augmentent plus, car les objectifs dimensionnels sont toujours atteints ou presque.

- Ces exploitations obtiennent *toujours de bonnes performances et elles sont les seules à avoir vu leur rendement s'améliorer sensiblement et régulièrement.* Par rapport à 1975, la progression est de 668 kg pour le lait produit par vache, de 520 kg pour le lait déduction faite de la valeur du concentré par vache (lait ''corrigé'') et de 923 kg pour le lait ''corrigé'' par hectare de S.F. consacré aux vaches laitières. Les résultats de 1980/81 sont corrects : près de 4 400 kg de moyenne économique par vache avec un peu plus de 1 tonne de concentré, soit une production ''corrigée'' de plus de 3 500 kg (toutes les étables dépassent 3 100 kg par vache). Les vêlages sont en partie regroupés sur l'automne et l'hiver (65 p.100 des mises-bas entre le 1/9 et le 28/2), ce qui permet 45 p.100 de lait d'hiver (octobre à mars).

Cette évolution heureuse et ces performances proviennent d'une meilleure maîtrise technique générale qui apparaît dans ces élevages.

Celle-ci est facilitée par la phase de croissance ralentie qui a succédé à la phase active de modernisation du début de période. Il redevient possible aux éleveurs de suivre de près la production fourragère et le troupeau. De même, les exploitants ayant maintenant beaucoup d'élèves, il leur est possible de trier, et si certains achètent parfois des génisses prêtes, cela découle d'un choix et non d'une obligation pour accroître le troupeau.

Mais la rationalisation de l'équipement réalisée contribue aussi à ces résultats. Notamment, dans l'ensemble du processus qui a conduit à cette évolution, le séchage en grange dont ces élevages sont tous équipés, apparaît comme un moyen très important d'accompagnement.

2 - Dans l'ensemble B

- La race Abondance domine dans 5 troupeaux et la race Montbéliarde dans 1 seulement.

TABLEAU 3

Composition raciale des troupeaux

ENSEMBLE	EXPLOITATIONS dont l'EVOLUTION est REUSSIE		EXPLOITATIONS ayant PEU PROGRESSE techniquement et économiquement		EXPLOITATIONS n'ayant PAS PROGRESSE techniquement avec RECUL des résultats économiques	
	A		B		C	
	1975-76	1980-81	1975-76	1980-81	1975-76	1980-81
NOMBRE D'EXPLOITATIONS	6	6	6	6	6	6
. VACHES : - Abondance (%)	63,8	65,6	81,0	78,3	38,2	19,0
(nombre d'exploitations où la race est dominante)	(4)	(4)	(5)	(5)	(3)	(1)
- Montbéliarde (%)	21,6	24,0	14,9	14,6	54,6	68,8
(nombre d'exploitations où la race est dominante)	(1)	(1)	(1)	(1)	(3)	(5)
- Autres (%)	14,5	10,4	4,1	6,1	7,2	12,1
. GENISSES : - Abondance (%)	70,1	76,5	74,0	73,0	26,6	13,6
- Montbéliarde (%)	11,8	8,3	11,7	17,3	57,3	68,9
- Autres (%)	18,0	15,2	14,3	9,6	16,1	17,5

TABLEAU 4

Les performances laitières

	A		B		C	
	1975-76	1980-81	1975-76	1980-81	1975-76	1980-81
Lait produit par exploitation (kg)	122 398	175 070	74 325	92 074	124 170	163 153
Lait produit par vache (moyenne économique) (kg)	3 709	4 377	3 626	3 654	3 967	4 028
Lait "corrigé" par vache (1) (kg)	2 990	3 510	2 815	2 690	3 078	2 962
Aliments concentrés par vache (kg)	947	1 077	1 053	1 112	1 152	1 261
Lait "corrigé" par ha de S.F. consacré aux vaches laitières (kg)	4 096	5 019	3 322	3 228	3 878	3 791

(1) Moyenne économique déduction faite de la quantité de lait nécessaire pour payer le concentré distribué par vache.

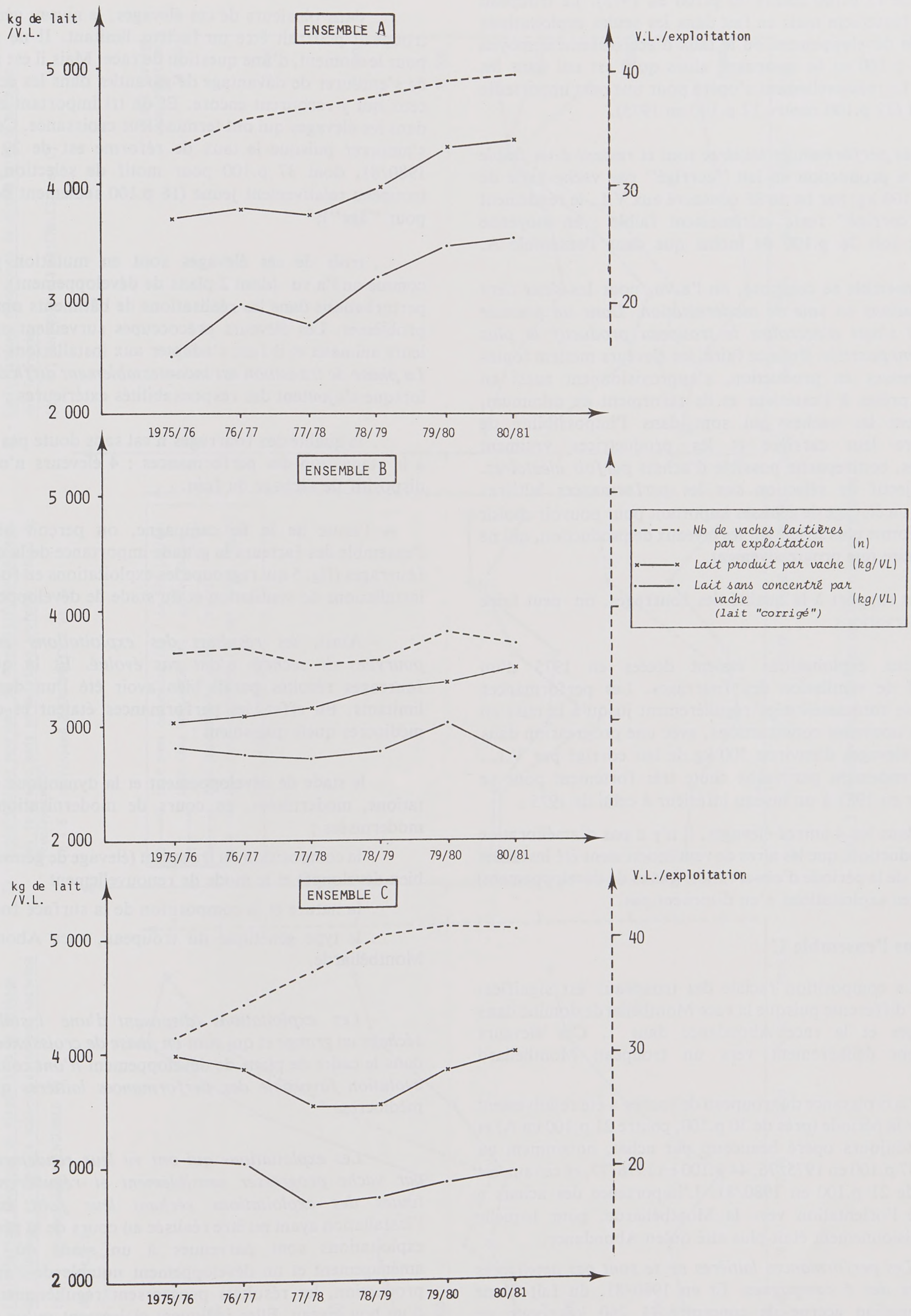


FIG. 2 : *Les performances laitières*

- Ces éleveurs réforment peu en fin de période (taux de réforme de 15 p.100 contre 20 p.100 en 1975). Le troupeau s'accroît fortement mais en fait dans les seules exploitations en plan de développement où le taux d'accroissement moyen est de 23 p.100 en 6e campagne alors qu'il est nul dans les 2 autres. Le renouvellement s'opère pour une part importante par achat (32 p.100 contre 12 p.100 en 1975).

- *Les performances laitières* sont et *restent à un faible niveau*. La production en lait "corrigé" par vache varie de 2 100 à 3 100 kg; par ha de SF consacré aux V.L. le rendement en lait "corrigé" reste extrêmement faible : en moyenne 3 200 kg soit 36 p.100 de moins que dans l'ensemble A.

Cet ensemble se compose, on l'a vu, pour les *deux tiers d'exploitations en voie de modernisation. Dans un premier temps, il s'agit d'accroître le troupeau productif le plus rapidement possible.* Pour ce faire, les éleveurs mettent toutes leurs génisses en production, s'approvisionnent aussi en génisses prêtes à l'extérieur et ils réforment au minimum, uniquement les vaches qui sont dans l'impossibilité de poursuivre leur carrière et les productrices vraiment médiocres, contrepartie possible d'achats *parfois aléatoires*. Or, l'objectif de sélection sur les performances laitières implique un élevage de génisses important pour pouvoir choisir et une réforme plus stricte sur les niveaux de production, qui ne peut se faire que progressivement.

- Par rapport à la qualité des fourrages, on peut faire deux observations :

. deux exploitations étaient dotées en 1975 d'un dispositif de ventilation des fourrages. Les performances laitières se sont améliorées régulièrement jusqu'à la mise en route des nouvelles constructions, avec une progression dans les deux élevages d'environ 500 kg de lait corrigé par V.L.. Puis le rendement par vache chute très fortement pour se retrouver en 1981 à un niveau inférieur à celui de 1975 ;

. dans les 4 autres élevages, il n'y a pas d'amélioration de la production, que les aires de ventilation aient été installées au cours de la période d'observation (plans de développement) ou que ces exploitations n'en disposent pas.

3 - Dans l'ensemble C

- La composition raciale des troupeaux est significativement différente puisque la race Montbéliarde domine dans 5 élevages et la race Abondance dans 1. Ces éleveurs s'orientent délibérement vers un troupeau Montbéliard exclusif.

- La croissance du troupeau de vaches a été relativement forte sur la période (près de 30 p.100, contre 21 p.100 en A) et il s'est toujours opéré beaucoup par achat, notamment au début : 37 p.100 en 1975/76, 44 p.100 en 1976/77, et ce taux est encore de 21 p.100 en 1980/81. L'importance des achats a accentué l'orientation vers la Montbéliarde, pour laquelle l'approvisionnement était plus aisé qu'en Abondance.

- *Les performances laitières ne se sont pas améliorées au cours des 6 campagnes*. Et en 1980/81, du fait d'une consommation accrue de concentré (1 260 kg) pour un rendement laitier identique, le lait corrigé régresse légèrement, tant par vache (2 700 à 3 100 kg/vache selon les élevages) que par hectare de surface fourragère.

Les raisons en sont de trois ordres :

. dans plusieurs de ces élevages, le niveau génétique du troupeau pourrait être un facteur limitant. Il ne s'agit pas pour le moment, d'une question de race. Mais il est nécessaire de s'entourer de davantage de garanties dans les achats pour ceux qui y recourent encore. Et un tri important est à faire dans les élevages qui ont terminé leur croissance. Cela semble s'amorcer puisque le taux de réforme est de 29 p.100 en 1980/81, dont 37 p.100 pour motif de sélection, dans un troupeau relativement jeune (16 p.100 seulement de réforme pour "âge");

. trois de ces élevages sont en mutation profonde, comme on l'a vu (dont 2 plans de développement). Certaines perturbations dans les réalisations de bâtiments ont posé des problèmes. Les éleveurs précoccupés surveillent moins bien leurs animaux et il faut s'adapter aux installations nouvelles. *La phase de transition est incontestablement difficile,* surtout lorsque s'ajoutent des responsabilités extérieures ;

. la qualité des fourrages n'est sans doute pas étrangère à la stagnation des performances ; 4 éleveurs n'ont pas de dispositif de séchage du foin.

A l'issue de la 6e campagne, on perçoit bien parmi l'ensemble des facteurs la grande importance de la qualité des fourrages (fig. 5 qui regroupe les exploitations en fonction des installations de ventilation et du stade de développement) :

- Ainsi, *les résultats des exploitations* encore *dépourvues de séchoir n'ont pas évolué.* Et la qualité des fourrages récoltés paraît bien avoir été l'un des facteurs limitants. En effet, les performances étaient et demeurent médiocres quels que soient :

. le stade de développement et la dynamique des exploitations, modernisées, en cours de modernisation, ou peu modernisées ;

. la composition du troupeau (élevage de génisses peu ou bien développé) et le mode de renouvellement ;

. la nature et la composition de la surface fourragère ;

. le type génétique du troupeau, race Abondance ou Montbéliarde.

- *Les exploitations disposant d'une installation de séchage en grange* et qui sont *en phase de croissance accélérée* dans le cadre de plans de développement *n'ont connu aucune évolution favorable des performances laitières* qui restent médiocres.

- *Les exploitations qui ont vu leur rendement corrigé par vache progresser sensiblement et régulièrement sont toutes des exploitations séchant leur foin en grange,* l'installation ayant pu être réalisée au cours de la période. Ces exploitations sont parvenues à un stade où après un aménagement et un développement notable de l'appareil de production, les résultats progressent régulièrement et sont d'un bon niveau. Elles indiquent clairement *qu'un système à base de foin* avec dispositif de ventilation peut permettre des résultats performants et notamment lorsqu'il est articulé avec une bonne conduite des animaux au pâturage.

1) - Exploitations pourvues de dispositifs de séchage des fourrages et dont la modernisation est ancienne

(n = 6 ; correspond à ENSEMBLE A)

2) - Exploitations pourvues de dispositifs de séchage des fourrages mais en mutation profonde (*Plans de Développement*)

(n = 6 ; correspond à ENSEMBLES B et C)

3) - Exploitations dépourvues de dispositifs de séchage des fourrages

(n = 6 ; correspond à ENSEMBLES B et C)

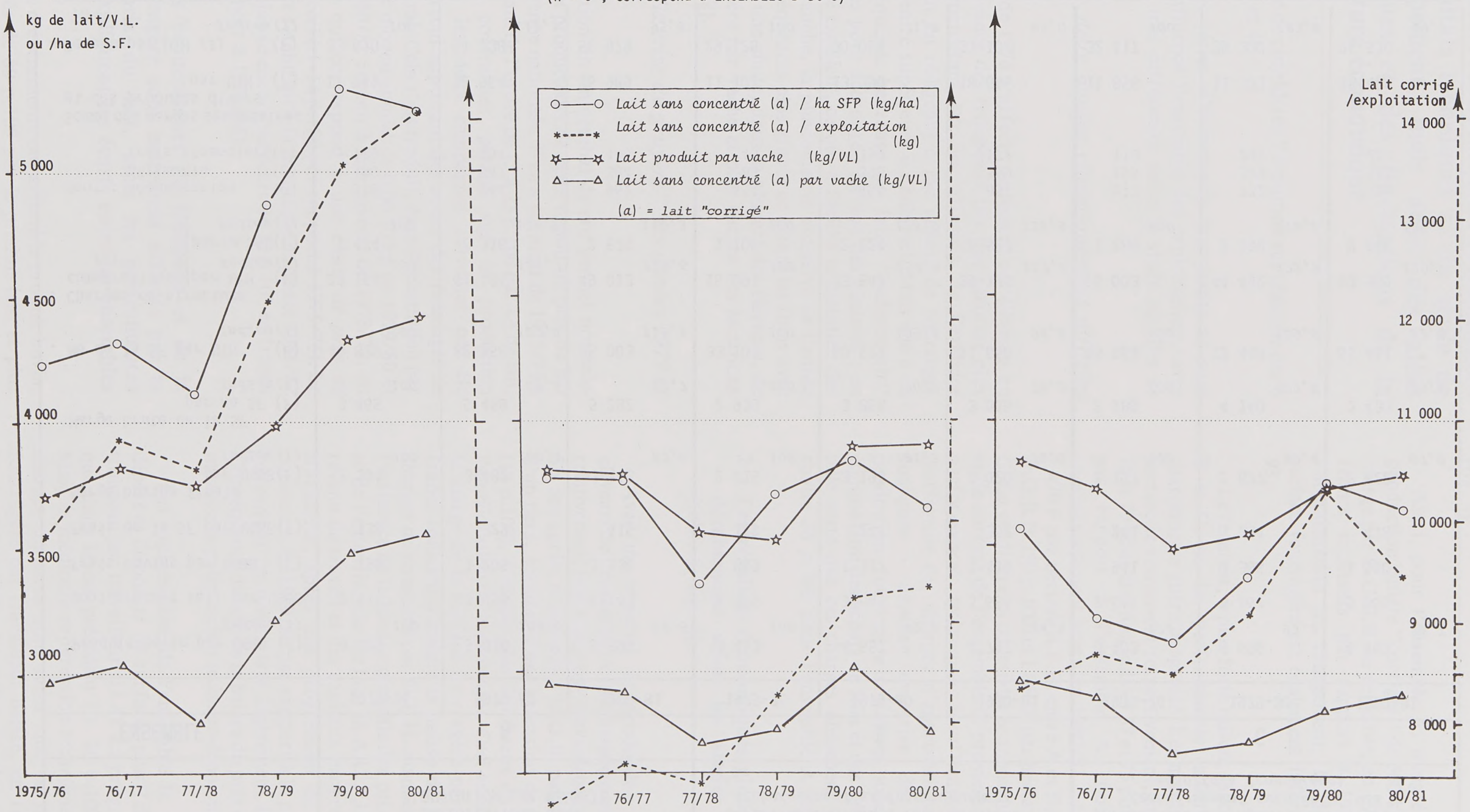


FIG. 5 : *Incidence du séchage du fourrage en grange*

TABLEAU 5

Principaux résultats économiques
(en francs courants)

ENSEMBLE	EXPLOITATIONS dont l'EVOLUTION est REUSSIE — A			EXPLOITATIONS ayant PEU PROGRESSE techniquement et économiquement — B			EXPLOITATIONS n'ayant PAS PROGRESSE techniquement avec RECUL des résultats économiques — C		
	1975-76	1979-80	1980-81	1975-76	1979-80	1980-81	1975-76	1979-80	1980-81
. Produit bovin par UGBB (F)	3 329	5 016	5 399	3 413	4 557	4 742	3 403	4 596	4 460
Indice(1)	*100*	*104,0*	*98,6*	*100*	*92,2*	*84,5*	*100*	*93,3*	*79,7*
dont produit lait par UGBB	2 516	3 856	4 143	2 555	3 645	3 684	2 611	3 467	3 665
. Frais bovins par UGBB (F)	798	1 205	1 536	869	1 117	1 419	941	1 385	1 560
. Frais de la SF par UGBB(F)	138	329	415	129	247	302	241	334	478
. Marge bovine finale par UGBB(F)	2 394	3 482	3 448	2 415	3 193	3 020	2 197	2 877	2 422
Indice(1)	*100*	*100,4*	*87,6*	*100*	*91,3*	*76,0*	*100*	*90,4*	*67,0*
. Marge brute de la SF par ha SF (F)	3 465	5 468	5 282	2 935	3 858	3 815	2 780	4 140	3 433
Indice(1)	*100*	*109,0*	*92,7*	*100*	*90,8*	*79,0*	*100*	*102,8*	*75,1*
. MB de la SF par UTH (F)	44 829	82 958	85 003	33 109	50 527	51 640	45 564	72 443	61 441
Indice(1)	*100*	*127,8*	*115,3*	*100*	*105,4*	*94,8*	*100*	*109,8*	*82,0*
. Charges de structure comparatives (2) — par UTH (F)	23 168	41 184	49 013	15 091	33 849	39 178	25 003	44 492	53 359
Indice(1)	*100*	*122,7*	*128,6*	*100*	*154,9*	*157,8*	*100*	*122,9*	*129,8*
par ha SAU(F)	1 474	2 316	2 674	1 106	2 224	2 527	1 280	2 198	2 645
Indice(1)	*100*	*108,5*	*110,3*	*100*	*138,9*	*138,9*	*100*	*118,6*	*125,6*
dont : mécanisation (F)	518	744	962	434	755	831	577	732	956
bâtiments (F)	190	347	384	88	396	369	153	379	541
frais financiers(F)	129	154	146	46	159	177	110	247	244
. Somme des marges secondaires et des produits divers par UTH (F)	11 949	12 964	16 989	11 102	13 390	18 645	11 856	11 371	18 428
. Revenu par UTH *(3)* (F)	33 610	54 738	52 979	29 120	30 068	31 107	32 417	39 332	26 510
Indice(1)	*100*	*112,5*	*95,8*	*100*	*71,3*	*65,0*	*100*	*83,8*	*49,7*

(1) Indice en francs constants (base 1975)

(2) Charges réelles de structure - Salaires - Avantages + Charges supplétives foncières (valeur locative - impôts fonciers)

(3) Revenu du travail et des capitaux (Revenu Agricole + Salaires et avantages - charges supplétives foncières).

IV - Les résultats économiques : conséquences des résultats techniques et du stade de développement, mais aussi des aléas climatiques et des fluctuations de la conjoncture économique

Il est nécessaire de considérer l'évolution sur chacune des 6 campagnes (fig. 3 et 4).

En effet, deux séries d'évènements marquants se sont succédés et ont influencé l'ensemble des exploitations, avec des conséquences très différentes selon le stade où elles se trouvaient.

1er évènement : deux années climatiquement difficiles successives

La sécheresse de 1976 a affecté nettement ces élevages en retardant la croissance des troupeaux par une réforme plus importante se répercutant sur les effectifs de l'exercice suivant, et surtout en obligeant à des achats de fourrages (fig. 1) et de concentré supérieurs à l'habituel. Mais elle a eu aussi pour conséquence heureuse de faire ''redécouvrir'' l'intérêt des estives pour accroître l'élevage des génisses ; en outre, le foin a été excellent, ce qui a facilité le maintien des lactations. En revanche, la pluviométrie excessive de l'année 1977 a eu des conséquences plus graves en gâtant les foins avec pour conséquence une chute, dans la plupart des élevages, de la production laitière par vache et plus encore des lactations ''corrigées'' (fig. 2).

2e évènement : ''la crise du gruyère'' des années 1979 et 1980

La transformation en emmenthal de cru permet normalement d'assurer aux producteurs de cette région un prix du lait supérieur à la moyenne nationale. Il en a été ainsi de 1975/76 à 1978/79, l'écart étant de l'ordre de 15 à 25 p.100 par kg de lait, contrepartie des contraintes pesant sur la production fourragère. Mais les deux campagnes suivantes ont été marquées par un recul important des cours des fromages de garde de l'Est central. Cela s'est traduit, dans l'échantillon par une baisse du prix moyen annuel de 0,06 F/kg en 1979/80 et par un prix de 1980/81 revenu à son niveau de 1978/79, en franc courant, ce qui correspond à une *chute de près de 20 p.100* en terme réel (et -14 p.100 par rapport à 1975/76). Le prix du lait ne s'est rétabli qu'à la campagne suivante 1981/82 (1,58 F/kg, ce qui laisse encore un écart de 10 p.100 en francs constants par rapport à 1975/76).

1 - Les résultats économiques du troupeau et de la surface fourragère sont nettement affectés par la baisse du prix du lait, mais les performances techniques expliquent les écarts entre les ensembles (tabl. 5, fig. 3).

Les deux séries d'évènements ont affecté le produit bovin, constitué pour près de 80 p.100 par le produit lait, et plus encore la marge bovine finale par U.G.B.B. Mais c'est la régression du prix du lait qui a eu les conséquences les plus graves entraînant dans tous les élevages une *baisse des marges en francs courants* en 1979/80 et plus encore en 1980/81 (fig. 3).

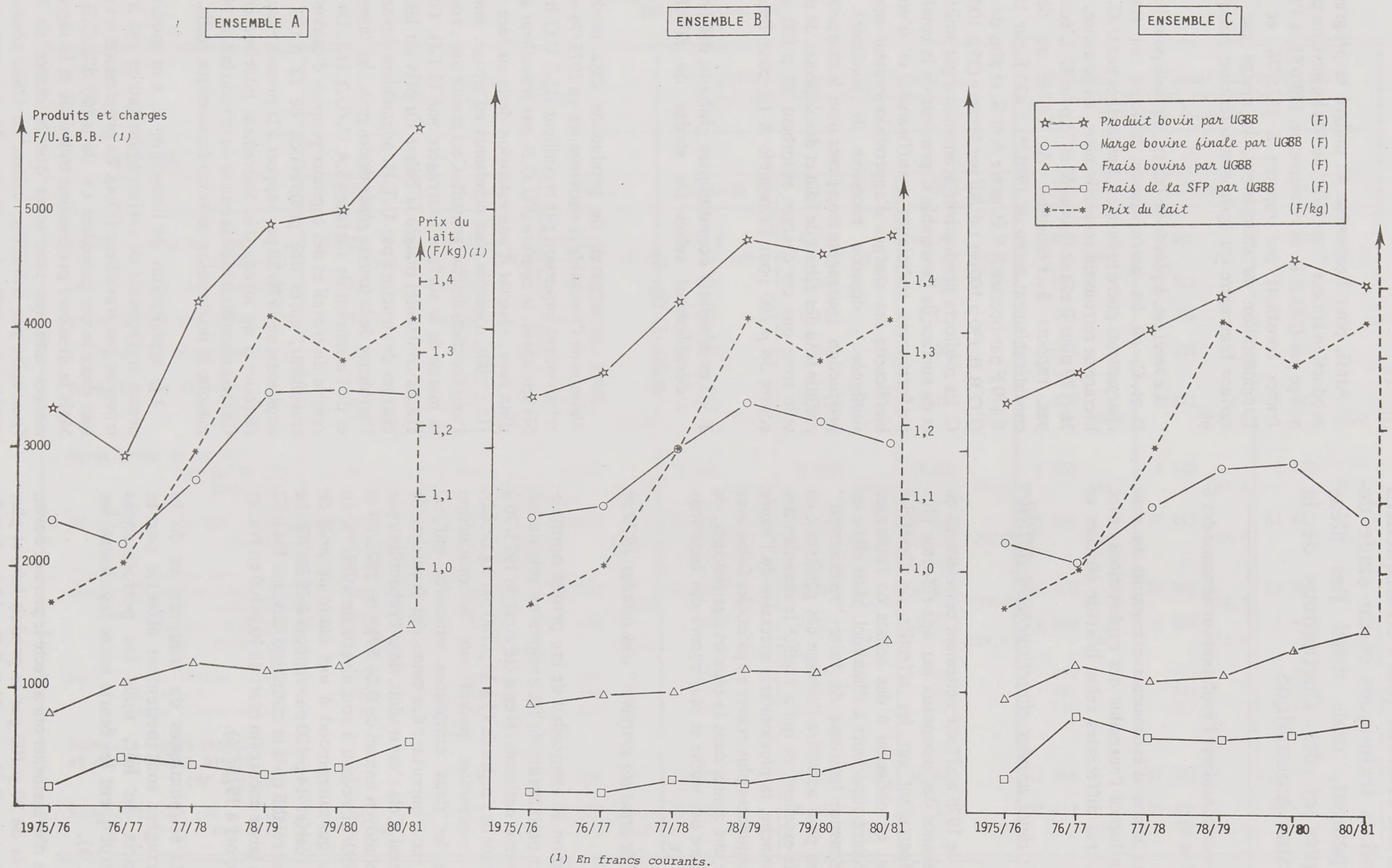
Ainsi, pour **l'ensemble A**, malgré la progression de la production laitière ''corrigée'' de 500 kg environ par vache, la marge par U.G.B.B. se retrouve, en 1980/81, à l'indice 87 en francs constants par rapport à 1975/76, et nonobstant l'augmentation du chargement, la marge par hectare de surface fourragère est également inférieure puisqu'à l'indice 93.

Le recul est, à plus forte raison, marqué pour les **ensembles B et C**, où les performances laitières ont stagné et les chargements guère progressé. Les marges par U.G.B.B. et par hectare se retrouvent respectivement, en 6e année, aux indices 76 et 79 pour B et aux indices 67 et 75 pour C. L'écart de marge par rapport à l'ensemble A, faible au départ s'est considérablement accru en 1980/81 : 430 F par U.G.B.B. et 1 470 F par hectare S.F.P. entre A et B, et plus de 1 000 F par U.G.B.B. (30 p.100) et 1 850 F par hectare (35 p.100) entre A et C. La médiocre productivité économique par unité de cheptel et de surface de l'ensemble C provient de la combinaison de performances techniques insuffisantes et d'une certaine inefficacité des charges d'approvisionnement engagées déjà soulignée - dépense excessive de concentré, frais de production fourragère trop élevés pour le chargement obtenu compte tenu des achats de foin et des dépenses de pension - de telle sorte que ces charges absorbent 47 p.100 *du produit,* contre *36 p.100* pour l'ensemble A (et pour l'ensemble B).

2 - Les résultats économiques globaux diffèrent considérablement selon les stades de développement (tabl. 5, fig. 4).

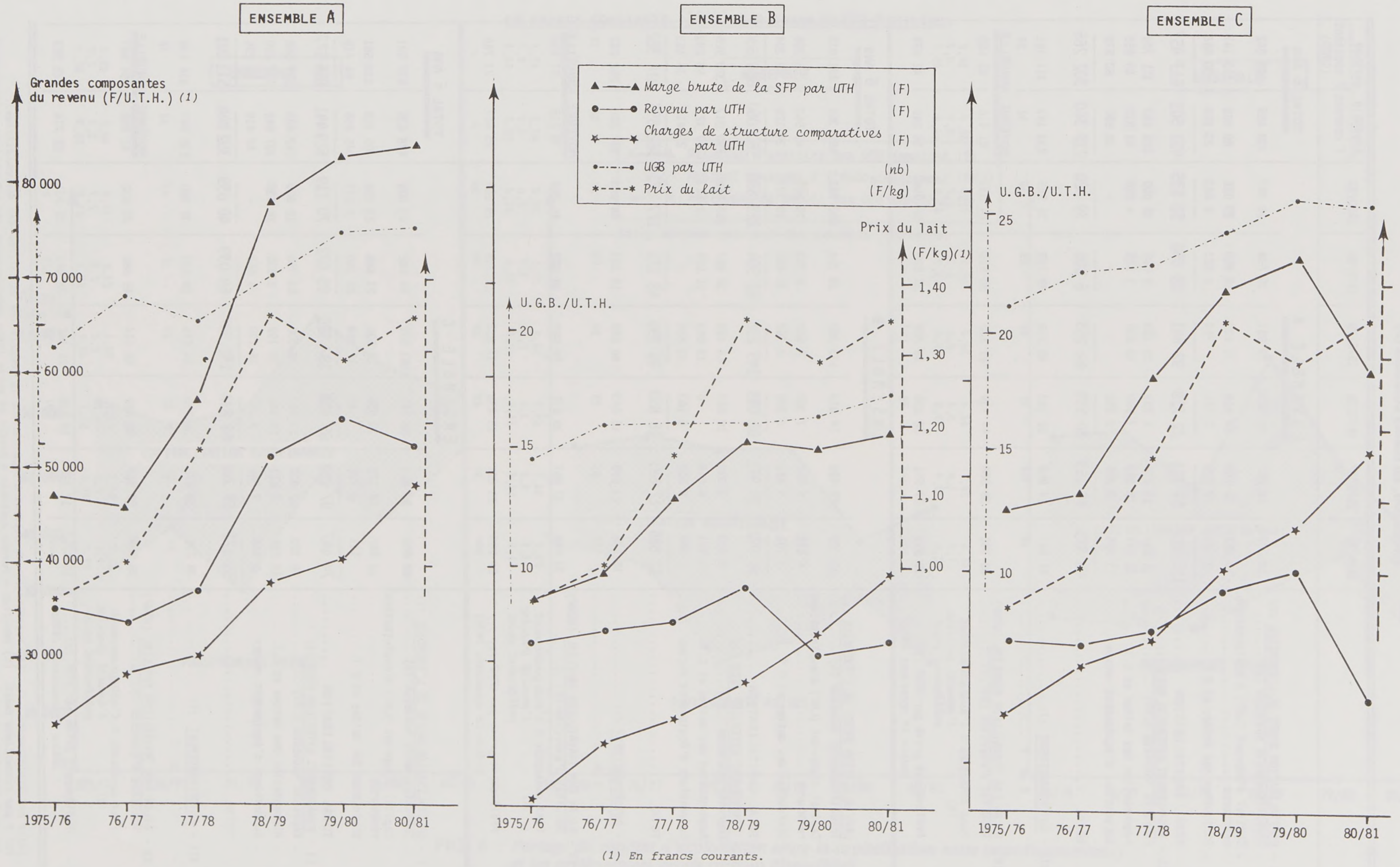
Avec un appareil de production déjà modernisé, les éleveurs de l'ensemble A entretenaient en 1975/76 un troupeau relativement important par travailleur (18,7 U.G.B./U.T.H.). Six ans après, le nombre d'U.G.B. par travailleur a progressé d'un tiers, résultat d'une extension de la surface fourragère (18 p.100), d'envois plus nombreux en alpage, mais aussi de l'amélioration du chargement. Ceci assure une progression de la marge de la surface fourragère par U.T.H. (15 p.100 en francs constants) malgré la baisse du prix du lait. Mais les charges de structure par U.T.H. augmentent davantage, sous l'influence de la hausse générale des prix, des investissements et de l'extension de surface (S.A.U./U.T.H.). De ce fait, le revenu du travail et des capitaux propres d'exploitation par travailleur, après une progression de 12 p.100 en francs constants, en 1979/80 par rapport à la première campagne, se retrouve à un niveau très légèrement inférieur en 1980/81. Conséquence directe de la baisse du prix du lait de 14 p.100 qui masque la progression technico-économique réelle.

Les exploitations de l'ensemble B, non modernisées au départ et disposant de surfaces plus faibles ont le plus petit troupeau par travailleur (13,4). La progression est plus faible que dans le cas précédent (+ 26 p.100 d'U.G.B./U.T.H.). Mais la médiocre progression technique et la régression des marges unitaires sont telles que la marge de la surface fourragère par travailleur baisse, en franc constant, en 6e année (-5 p.100). Les charges de structure augmentant considérablement en fin de période du fait de la modernisation



(1) En francs courants.

FIG. 3 : *La marge bovine et ses principales composantes*



(1) En francs courants.

FIG. 4 : *Résultats globaux des exploitations*

TABLEAU 6

Utilisation du revenu et financement des investissements
Evolution, en francs courants (3)

	1975/76	1976/77	1977/78	1978/79	1979/80	1980/81	Ensemble période F courant	Ensemble période F constant (1980)
	ENSEMBLE A						TOTAL 6 ANS	
I - CAPITALISATION BRUTE DE L'EXERCICE (1)								
. Investissements nouveaux (a)	98 277	44 257	55 723	79 951	30 634	29 847	338 699	469 642
. Capital d'emprunt (LMT) d'exploitation remboursé	10 382	12 789	14 814	11 937	18 959	20 025	88 906	113 147
. Diminution des dettes et C.T.	2 161	7 075	2 191	753	6 063	5 663	23 906	30 668
TOTAL CAPITALISATION	110 820	64 121	72 728	92 641	55 656	55 535	451 501	613 457
II - FINANCEMENT EXTERIEUR RECU (1)								
. Emprunts nouveaux (LMT)	36 967	14 970	4 283	33 333	5 000	35 000	129 553	171 729
. Augmentation des dettes et C.T.	10 201	15 193	7 960	10 930	1 506	4 020	49 810	69 965
. Subventions d'équipement reçues	21 705	9 000	8 292	-	-	-	38 997	60 572
TOTAL	68 873	39 163	20 535	44 263	6 506	39 020	218 360	302 266
III - AUTOFINANCEMENT (1)	41 947	24 958	52 193	48 378	49 150	16 515	233 141	311 191
% de I	*39*	*39*	*72*	*52*	*88*	*30*	*52*	*51*
IV - BILAN PAR TRAVAILLEUR FAMILIAL (UTHF)							MOYENNE ANNUELLE	
Résultat d'exercice (b) (2)	38 382	39 088	44 539	61 137	60 515	64 837	51 416	65 550
Part consacrée à l'autofinancement (%)	*46,4*	*28,1*	*48,4*	*34,4*	*35,6*	*12,0*	*32,7*	*34,2*
Part consacrée à l'annuité foncière (%)	*1,0*	*1,0*	*0,8*	*0,6*	*0,7*	*0,2*	*0,7*	*0,7*
Part consacrée au prélèvement privé (%)	*52,6*	*70,9*	*50,8*	*65,0*	*63,7*	*87,8*	*66,6*	*65,1*
Prélèvement privé par UTHF (2)	19 959	27 695	22 598	39 709	38 560	56 946	34 245	42 674
Indice (F constants 1975)	*100*	*127*	*94*	*152*	*133*	*173*		
	ENSEMBLE B						TOTAL 6 ANS	
I - CAPITALISATION BRUTE DE L'EXERCICE (1)								
. Investissements nouveaux (a)	23 729	28 492	54 013	133 867	39 314	202 952	482 369	571 815
. Capital d'emprunt (LMT) d'exploitation remboursé	4 592	6 058	7 300	8 607	6 703	10 305	43 563	55 395
. Diminution des dettes et C.T.	1 701	1 421	1 380	2 762	16 487	10 377	34 128	39 394
TOTAL CAPITALISATION	30 022	35 971	62 693	145 236	62 504	223 634	560 060	666 604
II - FINANCEMENT EXTERIEUR RECU (1)								
. Emprunts nouveaux (LMT)	5 333	3 333	10 667	65 469	36 667	168 548	290 017	320 926
. Augmentation des dettes et C.T.	1 504	6 848	0	19 043	11 504	8 523	47 422	58 283
. Subventions d'équipement reçues	4 849	2 500	6 183	11 884	-	-	25 416	35 153
TOTAL	11 686	12 681	16 850	96 396	48 171	177 071	362 855	414 362
III - AUTOFINANCEMENT (1)	18 336	23 290	45 843	48 840	14 333	46 563	197 205	252 242
% de I	*61*	*65*	*73*	*34*	*23*	*21*	*35*	*38*
IV - BILAN PAR TRAVAILLEUR FAMILIAL (UTHF)							MOYENNE ANNUELLE	
Résultat d'exercice (b) (2)	33 548	37 967	39 676	44 002	34 802	45 294	39 215	51 118
Part consacrée à l'autofinancement (%)	*27,9*	*34,5*	*63,1*	*56,9*	*21,1*	*55,0*	*44,5*	*43,6*
Part consacrée à l'annuité foncière (%)	*3,3*	*3,0*	*3,0*	*2,6*	*3,3*	*2,6*	*3,0*	*3,1*
Part consacrée au prélèvement privé (%)	*68,8*	*62,3*	*33,9*	*40,5*	*75,6*	*42,4*	*52,5*	*53,3*
Prélèvement privé par UTHF (2)	23 203	23 662	13 438	17 818	26 314	19 207	20 607	27 265
Indice (F constants 1975)	*100*	*93*	*48*	*59*	*78*	*50*	/	/
	ENSEMBLE C						TOTAL 6 ANS	
I - CAPITALISATION BRUTE DE L'EXERCICE (1)								
. Investissements nouveaux (a)	62 609	80 863	80 041	161 672	49 642	43 808	478 635	637 581
. Capital d'emprunt (LMT) d'exploitation remboursé	11 697	14 173	15 834	18 592	21 880	23 134	105 310	133 581
. Diminution des dettes et C.T.	141	2 726	43	17 259	22 150	3 177	45 496	54 415
TOTAL CAPITALISATION	74 447	97 762	95 918	197 523	93 672	70 119	629 441	825 577
II - FINANCEMENT EXTERIEUR RECU (1)								
. Emprunts nouveaux (LMT)	16 333	47 833	33 567	79 000	53 750	12 000	242 483	317 056
. Augmentation des dettes et C.T.	14 294	7 611	19 164	35 199	3 635	28 039	107 942	137 650
. Subventions d'équipement reçues	5 544	2 346	9 167	18 708	6 654	-	42 419	56 295
TOTAL	36 171	57 790	61 898	132 907	64 039	40 039	392 844	511 001
III - AUTOFINANCEMENT (1)	38 276	39 972	34 020	64 616	29 633	30 080	236 597	314 576
% de I	*51*	*41*	*35*	*33*	*32*	*43*	*38*	*38*
IV - BILAN PAR TRAVAILLEUR FAMILIAL (UTHF)							MOYENNE ANNUELLE	
Résultat d'exercice (b) (2)	35 008	38 927	35 482	56 614	46 682	40 832	42 258	54 947
Part consacrée à l'autofinancement (%)	*51,5*	*53,5*	*45,7*	*53,1*	*28,2*	*33,8*	*44,2*	*45,3*
Part consacrée à l'annuité foncière (%)	*1,2*	*1,2*	*3,2*	*2,0*	*2,3*	*2,7*	*2,1*	*2,0*
Part consacrée au prélèvement privé (%)	*47,3*	*45,6*	*51,1*	*44,9*	*69,5*	*63,5*	*53,7*	*52,7*
Prélèvement privé par UTHF (2)	16 575	17 752	18 138	25 442	32 443	25 931	22 714	28 923
Indice (F constants 1975)	*100*	*98*	*91*	*117*	*135*	*95*		

(1) F par exploitation (a) *Augmentation du capital d'exploitation (y compris les variations des disponibilités).*
(2) F par travailleur famil. (b) *Résultat = Revenu agricole ± Profit et perte (sans amortissement des subventions d'équipement), y compris réévaluations du cheptel reproducteur.*
(3) sauf dernière colonne

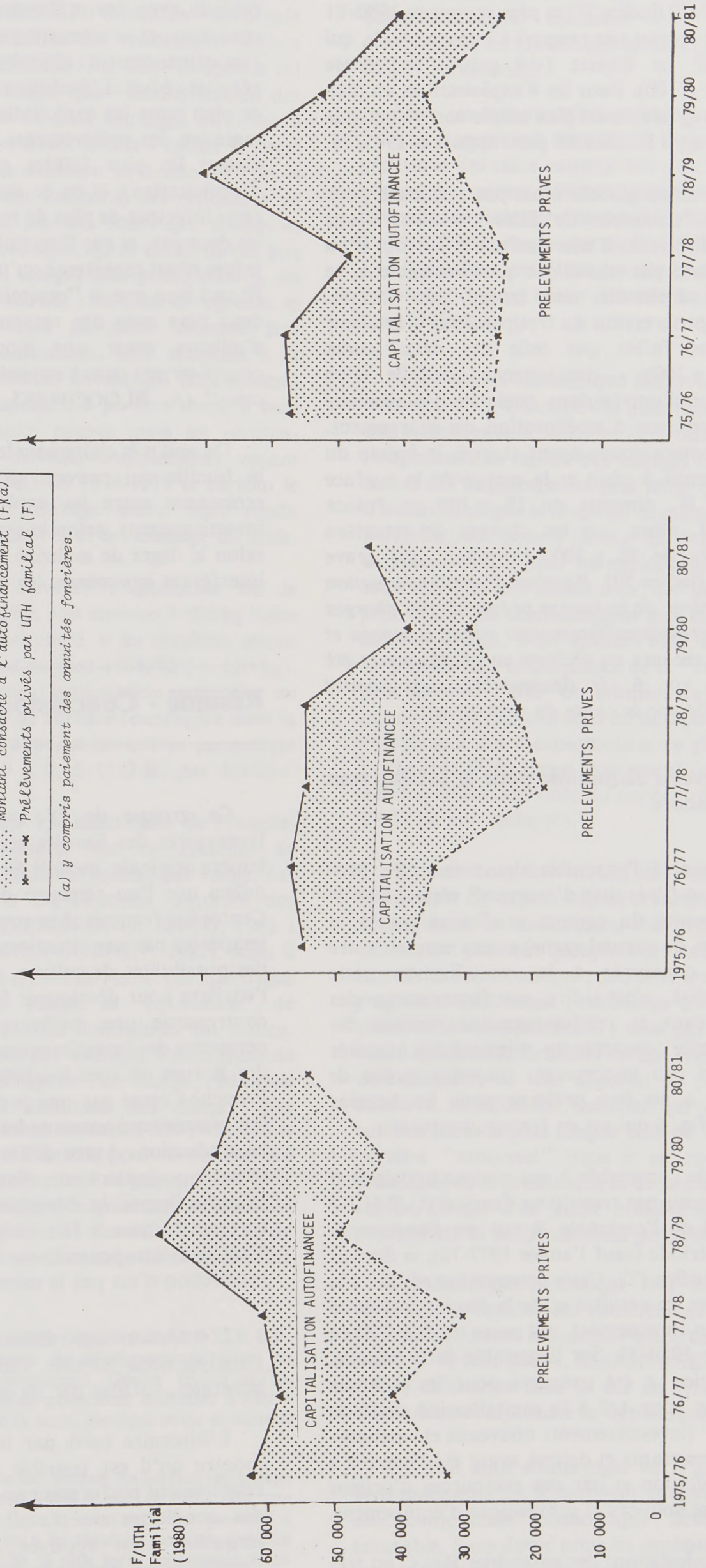


FIG. 6 : *Partage du résultat d'exploitation entre la capitalisation nette* (autofinancement) *et les prélèvements privés* (revenu disponible)

(indice 155 et 158 en 5e et 6e années), le revenu baisse profondément en 1979/80 (indice 71) et plus encore en 1980/81 (indice 65). L'écart de revenu par rapport à l'ensemble A, qui était déjà significatif au départ (-14 p.100) se creuse considérablement (-41 p.100). Pour les 4 exploitations en plan de développement, la régression est plus ample encore puisque le revenu de 1980/81 est à l'indice 56 par rapport à 1975/76.

L'évolution économique globale n'est pas meilleure pour les exploitations de l'ensemble C. Elles partaient d'une situation favorable, disposant d'une surface et surtout d'un troupeau plus importants par travailleur que l'ensemble A, ce qui leur permettait d'obtenir une marge par U.T.H. comparable. Mais la progression du troupeau par travailleur est insuffisante, plus faible que celle des deux autres ensembles (+ 21 p.100) - conséquence partielle d'un accroissement de main-d'œuvre dans quelques exploitations mais surtout d'une absence d'amélioration du chargement. Les performances zootechniques ayant stagné, la baisse du prix du lait se fait sentir à plein et la marge de la surface fourragère par U.T.H. diminue de 18 p.100 en francs constants en 1980/81, alors que les charges de structure s'alourdissent de près de 30 p.100, entraînant une grave régression du revenu (indice 50). *Résultat d'une inadéquation manifeste entre l'ampleur de la hausse prévisible des charges* et les *difficultés d'accroître suffisamment vite le troupeau et ses performances,* le recours au séchage en grange ayant été différé dans 4 cas sur 6, *le déséquilibre s'est trouvé profondément amplifié par la chute du prix du lait.*

3 - Les écarts de revenu disponible pour la famille sont plus marqués encore

Nous avons rassemblé l'ensemble des ressources provenant de l'exploitation (''résultat d'exercice'' c'est-à-dire le revenu agricole augmenté du compte profits et pertes, y compris la réévaluation du cheptel vache) et leur emploi, entre la part qui a été consacrée à la capitalisation nette (autofinancement global, c'est-à-dire autofinancement des investissements nouveaux et remboursements réalisés des emprunts et dettes), celle consacrée au paiement des annuités foncières (qui est ici peu importante, toujours moins de 3 p.100) et celle qui a pu être prélevée pour les besoins familiaux (tabl. 6, et fig. 6 qui est en francs constants).

Les exploitations de l'ensemble A qui avaient initialement un niveau de prélèvements par travailleur familial (U.T.H.F.) plus faible que celui de l'ensemble B ont pu l'augmenter nettement durant la période (sauf l'année 1977-78), le dernier exercice se situant à l'indice 173. Cette progression résulte à la fois de l'accroissement du résultat et de la diminution de la part consacrée à l'auto-financement, qui passe de 46 p.100 en 1975/76 à 12 p.100 en 1980/81. Sur l'ensemble de la période, le résultat d'exploitation a été consacré pour les 2/3 aux prélèvements privés et pour 1/3 à la capitalisation nette, la ''capitalisation brute'' (investissements nouveaux et remboursements réalisés des emprunts et dettes) ayant été financée à part égale par l'exploitation et par des ressources d'origine extérieure, endettement nouveau et subventions d'équipement.

La situation des exploitations des ensembles B et C est très différente. Les premières, partant de prélèvements privés par U.T.H. familial plus élevés que les autres grâce au faible niveau de capitalisation à autofinancer, se retrouvent en fin de période avec des prélèvements réduits de moitié, en francs constants, et se montant au tiers de ceux de l'ensemble A, car l'autofinancement absorbe alors plus de la moitié d'un résultat réduit. L'évolution est un peu moins défavorable sur ce plan pour les exploitations de l'ensemble C, puisqu'il y a maintien des prélèvements en francs constants, mais ceux-ci étaient les plus faibles au départ (47 p.100 du résultat d'exploitation), et en 6e année, le prélèvement par U.T.H.F. reste inférieur de plus de moitié à celui de l'ensemble A. Dans les deux cas, et sur l'ensemble de la période, les prélèvements privés n'ont représenté qu'un peu plus de la moitié du résultat. Et ceci bien que la ''capitalisation brute'' ait été financée aux deux tiers avec des ressources d'origine extérieure. Il faut d'ailleurs noter une montée progressive des dettes et courts-termes dans l'ensemble C, ''indice d'un endettement de crise'' (A. BLOGOWSKI, J.P. BOMPARD *et al.,* 1983).

On voit très clairement les écarts de revenu disponible pour la famille qui peuvent se creuser pendant les années de croissance entre les exploitations, selon l'ancienneté des investissements, selon la stratégie de développement adoptée, selon le degré de maîtrise technique, ces différents éléments interférant eux-mêmes les uns sur les autres.

Résumé - Conclusion

Ce groupe de 18 exploitations des demi-montagnes fromagères des Savoies pratique un système de production laitière originale, modelé de longue date par des conditions de milieu que l'on retrouve dans beaucoup de montagnes du Centre Est français. Les contraintes issues de l'altitude y sont tempérées par une situation plus fréquente de plateau offrant des possibilités de culture, et l'impossibilité de faire appel à l'ensilage pour développer les ressources fourragères a pour contrepartie une meilleure valorisation du lait qui peut permettre des investissements plus élevés. La zone du Plateau des Bornes où sont localisées ces exploitations diffère de la Franche-Comté par une pression foncière sensiblement plus importante, qui accentue les nécessités de l'intensification de la production. Autre différence, la composition raciale des troupeaux laitiers de Savoie est indécise, alors qu'en Franche-Comté la Montbéliarde qui se trouve dans son berceau de race a fait l'objet, depuis longtemps, d'efforts d'amélioration pourrait-on dire passionnés, et le potentiel de production n'est pas le même.

L'évolution des différents ensembles qui ressort de l'analyse nous semble représentative de situations assez générales, surtout par les questions qu'elle soulève.

L'itinéraire suivi par les exploitations de l'ensemble A montre qu'il est possible de mettre au point un système relativement performant au plan économique et aboutissant à des conditions de travail satisfaisantes. Les assises sur lesquelles s'est appuyée la modernisation ont bien été l'amélioration génétique des troupeaux, entreprise de longue date et le choix du séchage en grange dès les premières phases d'investissement ou comme première étape. L'emploi bien

conduit de la ventilation des fourrages en grange apparaît de fait comme un des facteurs clés de l'évolution favorable constatée, notamment la progression des rendements laitiers déduction faite des frais de concentré, et cette technique est d'autant plus nécessaire et efficace que l'intensification des surfaces en herbe, génératrice de gros tonnages difficiles à sécher au sol, est et doit être poussée. A cela s'ajoute le souci des éleveurs d'assurer une alimentation soutenue lors de la saison d'herbe, avec un pâturage rationné, des repousses de regain échelonnées, complétées par des fourrages coupés et notamment du maïs vert. En revanche, après essai, ils ont peu utilisé la betterave fourragère, malgré son grand intérêt, du fait des aléas de réussite et de récolte ; on peut le regretter et penser que les efforts de mise au point doivent être poursuivis. De même les légumineuses, bien adaptées à la ventialtion, pourraient être cultivées davantage. Bien évidemment, l'accroissement du troupeau n'a pu être mené à bien qu'avec la construction d'étables neuves mais les investissements ont été *échelonnés*, certains compléments venant ensuite, tels la pose de lactoducts en 1978-1979 et surtout le logement des génisses, dont l'élevage accru était rendu possible grâce au recours aux estives et à l'ensilage de maïs.

L'ensemble permet à ces éleveurs d'approcher ou de dépasser 4 500 kg de lait par vache, soit environ 3 500 kg voire plus si on déduit la valeur du concentré, et les résultats seront encore en progression l'exercice suivant 1981/82 (+ 120 kg). De même, le cheptel nourri sur l'exploitation approche ou dépasse 1,5 U.G.B. par hectare de surface fourragère dans la plupart des exploitations du groupe, et les estives permettent d'accroître ce résultat de 0,10 à 0,15 U.G.B. par hectare.

Les résultats observés dans les montagnes de Franche-Comté confirment les possibilités de ce système de production, surtout pour la production laitière par vache, car la plus grande superficie des exploitations autorise des chargements plus faibles (G. LIENARD, G. BAUD, 1981 ; J. BONNEMAIRE et P. PERRIER-CORNET, 1982). Mais il importe de maintenir un certain *effort de recherche spécifique* pour permettre à ces éleveurs jusque là ''en avance'', de progresser encore compte tenu des contraintes du milieu. Certaines recherches concernent par exemple l'utilisation de l'appoint solaire pour le réchauffage de l'air ventilé, réduisant les temps de ventilation ou facilitant des coupes plus précoces (5). De plus, des recherches devraient être poursuivies dans la conception même des installations pour en abaisser les coûts ; ainsi, les bras articulés permettent de gagner en volume utile par rapport aux ponts roulants, augmentant la capacité sans agrandissement et réduisant le coût d'installation au kg de matière sèche logé. De même, il est nécessaire de compléter les connaissances concernant la valeur des foins de qualité et leur complémentation optimale avec les sources azotées et énergétiques les mieux appropriées (J.P. DULPHY, communication personnelle).

Mais les interrogations techniques les plus délicates pour l'avenir concernent sans doute la poursuite de l'amélioration génétique des races employées jusqu'alors. En remarquant que ces interrogations diffèrent selon les zones : -en Savoie où se posent à la fois les problèmes de conservations des races locales à effectifs réduits et celui de l'adaptation de la Montbéliarde ; - en Franche-Comté où les éleveurs s'efforcent d'améliorer encore le potentiel laitier de leur race avec infusion contrôlée de sang Holstein.

L'évolution économique défavorable des exploitations des ensembles B et C suscite des questions importantes. Certes, une des premières raisons en est le décalage toujours observé entre l'augmentation rapide des charges entraînées par la modernisation et l'augmentation plus lente du volume de production, d'autant plus que la phase de construction entraîne souvent des perturbations pour l'éleveur et dans le fonctionnement du troupeau. Ainsi, pour les exploitations de l'ensemble B qui se sont modernisées récemment, les deux dernières campagnes sont celles qui correspondent aux étapes les plus critiques du développement. S'est ajouté l'effet amplificateur de la baisse du prix du lait, conséquence de la ''crise du gruyère'', dont on peut mesurer l'effet extraordinairement désastreux sur l'économie de ces exploitations en déséquilibre. Et en 1981/82, si le chargement des 4 exploitations en plan de développement de l'ensemble B progresse légèrement (+ 9 p.100), la production laitière, déduction faite du concentré reste encore inférieure à 2 900 kg par vache (6).

On peut donc être inquiet de l'ampleur des investissements réalisés par ces exploitations, et surtout leur rapidité, avec pour conséquence un endettement très important. Certaines exploitations ont plus que décuplé leurs encours en 2 ans. Ce qui les met dans une *situation complètement nouvelle, extrêmement fragilisée.* Les larges possibilités d'emprunt offertes par les plans de développement n'y sont pas étrangères. Celles-ci ont incité les éleveurs à réaliser en une seule étape la modernisation de l'ensemble de leur appareil de production, logement des animaux, installations, matériel, qui précédemment se faisaient sur une période plus longue (cas de l'ensemble A). Cela peut paraître ''rationnel'' mais il en résulte la nécessité d'une croissance de la production et de la marge globale ample et très rapide, ce qui n'est guère possible si cette étape n'a pas été préalablement soigneusement préparée.

La situation économique très difficile des exploitations fortement et rapidement endettées est d'ailleurs assez générale en France, comme le montre l'étude des exploitations du RICA pour 1979, faite par A. BLOGOWSKI, J.P. BOMPART *et al.* (1983). L'analyse faite ici sur un échantillon restreint permet d'en mieux comprendre la dynamique causale.

On peut ainsi s'interroger sur l'ampleur et l'intensité des investissements qu'il convient d'envisager maintenant, dans une conjoncture économique devenue beaucoup moins favorable. Sans doute pour les exploitations de ces régions qui sont appelées à se redévelopper semble-t-il urgent de réfléchir à des voies plus ''douces'' et plus progressives d'investissement. Ceci d'autant plus que la construction des bâtiments

(5) Ce type de recherche est d'ailleurs poursuivi au C.E.M.A.G.R.E.F. de Montoldre et par les organismes de développement dans les départements du Centre Est, notamment Doubs (R. PETIT), Haute-Savoie et Savoie. Ces recherches pourraient intéresser d'autres types d'élevages situés en dehors de la zone, élevages ovins et surtout caprins.

(6) En 1981/82, la hausse du prix du lait permet un certain rattrapage de revenu pour ces 4 exploitations (37 800 F par U.T.H., soit une hausse de 34 p.100 en francs courants) ; il en est de même pour les 4 exploitations de l'ensemble C dont on a les résultats pour cet exercice (51 100 F par U.T.H. soit + 70 p.100, la plus forte progression étant celle de l'élevage disposant du séchage en grange) ; mais leurs revenus restent inférieurs à la moyenne des 6 exploitations de l'ensemble A (60 100 F par U.T.H. + 15 p.100).

d'exploitation devient dans ces zones très coûteuse notamment du fait de certains surcoûts difficilement évitables provenant entre autres d'exigences accrues de sécurité (neige, tempête) ou même de contraintes architecturales ; ceux-ci sont souvent estimés à 40 p.100 (J. DIXMERIAS, 1976 et 1983). Notamment il semble impératif de n'envisager des investissements vraiment importants, en quelque sorte ''définitifs'' pour le moyen terme compte tenu de l'endettement non renouvelable qui s'ensuit, *qu'après une phase d'améliorations techniques significative.* Celles-ci devraient porter prioritairement sur l'augmentation du potentiel de production du troupeau et sans doute sur la préparation de sa croissance par le développement de l'élevage des génisses. L'évolution des élevages en croissance montre qu'il est très difficile de poursuivre simultanément une politique de sélection du cheptel et une politique de développement rapide des effectifs, d'autant plus qu'il faut souvent recourir à des achats parfois aléatoires. De même, faudrait-il préalablement améliorer les productions fourragères. Cette phase préparatoire pourrait d'ailleurs comporter des investissements cohérents avec un projet futur, qui mériteraient de trouver facilement un financement adéquat. Ainsi, pourrait-il en être d'aires de ventilation aménagées permettant d'améliorer les rendements et surtout d'acquérir le savoir-faire absolument indispensable pour la bonne maîtrise de cette technique très délicate. En tout état de cause, la stratégie de certaines exploitations de l'ensemble C, qui ont créé des étables neuves sans installation de séchage en grange nous paraît contraire à ce qui sans doute aurait dû être fait.

Ce développement par étape peut probablement accroître temporairement le travail, et le volume total des investissements réalisés. Mais les tensions sur le revenu disponible pour la famille, avec les répercussions humaines sociales et psychologiques qu'elles peuvent entraîner seront globalement moins fortes. Moins forts aussi seront les contrecoups des aléas, toujours imprévisibles comme ceux qu'ont connus ces élevages sur la période observée, et qui, survenant sur une situation fragilisée, génère un endettement à court terme particulièrement coûteux.

Toutefois, ces réflexions ne doivent pas remettre en cause l'intérêt de la filière emmenthal savoyard actuelle du fait de ses contraintes sur le système fourrager. Celle-ci permet effectivement, en dépit de l'accident passé, un prix du lait sensiblement plus élevé qu'ailleurs. Et tout doit être mise en œuvre par les producteurs de lait de ces régions afin de conserver la qualité et l'image de marquê de leurs produits, tout en améliorant leur organisation commerciale collective. Le label régional récemment créé peut y contribuer. Les mêmes préoccupations se retrouvent d'ailleurs dans le Massif Jurassien (P. PERRIER-CORNET, 1982). Renoncer serait laisser la place aux fabrications d'importations,suisses particulièrement. Une meilleure valorisation des laits reste, en effet, finalement une des conditions clés du développement de ces élevages de demi-montagne qui, malgré leur effort d'imagination technique devront toujours faire face à des conditions plus difficiles et à des nécessités d'investissements plus lourdes qu'en plaine. L'exemple des élevages ayant bien mené et réussi leur développement montre que dans ces situations, et en bénéficiant d'un effort de recherche adapté, il est possible aux éleveurs de ces zones, avec un système de production différent des modèles dominants, d'accéder à une efficacité économique comparable à celles obtenues dans d'autres régions.

Références bibliographiques

BLOGOWSKI A., BOMPARD J.P., GIRARD J.P.,POSTEL-VINAY G., 1983. Endettement et revenu disponible des exploitations agricoles. *in Economie et Statistique* , **151**, 13-22.

BONNEMAIRE J., PERRIER-CORNET P., 1982. Projet d'étude des transformations du système agraire dans le massif du Jura. 2e Rapport d'activité, Ronéo, I.N.R.A.-E.N.S.S.A. de Dijon (12 p.).

CARRERE G., DIXMERIAS J., 1983. Systèmes d'élevage et coûts de production en zone de montagne (à paraître).

CAYLA D., BAUD G., BOUCHET J.F., PECCOUD J.F., CORBOZ A., LIENARD G., PIZAINE M.C. Etude économique d'exploitations laitières d'une zone fromagère de demi-montagne (en Haute-Savoie et Savoie); 6 volumes : campagne 1975/76, 1976/77, 1977-78, 1978/79, 1979/80, 1980/81 et évolution sur 6 ans. Publication conjointe C.E.M.A.G.R.E.F. Clermont-Ferrand, Centre de Gestion et d'Economie rurale de Haute-Savoie, Laboratoire d'Economie de l'Elevage, I.N.R.A. Theix.

CHAMBA J.C., MOREL-D'ARLEUX F., PFLIMLIN A., 1980. Comparaison de la contamination en spores butyriques des fourrages, des bouses et des laits avec différents régimes hivernaux. Publ. I.T.E.B.-I.T.G. n° 81 021 (42 p.).

DIXMERIAS J. 1976. L'Agriculture des Alpes du Nord - Problèmes et perspectives. *Bull. tech. Inf.,* **314-315**, 673-685.

DIXMERIAS J., BARBAGIN J., 1983. Handicaps et surcoûts de l'activité agricole en montagne. *Bull. Inf. C.E.M.A.G.R.E.F.,* **300**, 21-31.

DULPHY J.P., 1983. Communication personnelle.

I.N.E.R.M., (C.E.M.A.G.R.E.F., Groupement de Grenoble), 1975. Qualité des produits de montagne, le cas des fromages (9 p.).

LIENARD G., BAUD G., 1981. Les problèmes de la production laitière en montagne. in *''La production laitière française'',* I.N.R.A. Publ., 235-256.

MOREL D'ARLEUX F., 1980. De nouvelles rations hivernales pour les vaches laitières en région de production d'emmenthal. Publ. I.T.G.-I.T.E.B. (28 p.).

PERRIER-CORNET P., 1981. Différenciations sociales dans la paysannerie Franc-comtoise. Les exploitations et la production laitière dans 3 pays du Jura (1970-1980). Lab. Economie de l'I.N.R.A.-E.N.S.S.A.A. Dijon, n° 26 (138 p.).

PERRIER-CORNET P., 1982. Les enjeux de l'économie laitière Franc-comtoise. Marchés protégés et dynamique des rapports de production dans une région difficile. Lab. Economie de l'I.N.R.A.--E.N.S.S.A.A. Dijon (54 p.).

Sommaire des publications des chercheurs du centre parues dans les annales de l'I.N.R.A.
1982

Jocelyne AUFRERE. Etude de la prévision de la digestibilité des fourrages par une méthode enzymatique. *Ann. Zootech.*, 1982, 31 (2), 111-130.

La méthode proposée comporte deux étapes : un pré-traitement avec de la pepsine dans l'acide chlorhydrique 1 N, 24 heures à 40°, suivi d'un traitement par une cellulase « Onozuka R 10 », 24 heures à 40°.

Nous avons vérifié que :

— la liaison entre la digestibilité *in vivo* et celle par la pepsine-cellulase était améliorée par la présence de pepsine ($S_R = 0,036$ avec pepsine contre $S_R = 0,041$ sans pepsine) mais ne l'était pas par la concentration en acide (entre 0,1 N et 1 N) ; toutefois avec la valeur de 1 N choisie, la valeur de la digestibilité par la pepsine-cellulase se rapproche de celle de la digestibilité *in vivo* ;

— la précision de la prévision n'était pas meilleure si la température d'incubation augmentait de 40° à 50°, ou si le temps d'incubation passait de 24 heures à 48 heures, que ce soit pour le pré-traitement pepsine dans l'acide chlorhydrique ou le traitement par la cellulase ;

— la cellulase « Onozuka R 10 » utilisée était particulièrement active et pouvait être employée à des doses (50 mg/500 mg de fourrage) plus faibles que celles préconisées dans la bibliographie. La précision de la prévision avec ce type d'enzyme était voisine de celle des autres cellulases étudiées : « Celluclast » et « Sigma ».

Appliquée à 154 échantillons de fourrages verts, de foins et d'ensilages cette méthode a permis de prévoir leur digestibilité à l'aide d'une seule équation de régression (sauf pour les trèfles violets) avec une bonne précision ($S_R = \pm 0,023$).

J.P. DULPHY, J. BRETON, A. BIENAIME et J.M. LOUYOT. Etude de la valeur alimentaire des pailles de céréales traitées ou non à la soude. I.- Influence du traitement à la soude. *Ann. Zootech.*, 1982, 31 (3), 195-214.

Pour préciser l'influence du traitement à la soude sur la valeur alimentaire des pailles de céréales nous avons conduit sept petits essais sur moutons. Dans les cinq premiers, des pailles ont été comparées avant et après traitement avec une solution apportant 50 g de soude et 2,5 litres d'eau par kg de paille. Dans les deux autres le traitement a été effectué par une machine danoise qui malaxe la paille et y introduit une solution concentrée de soude. Dans le premier essai on a également ensilé une partie de la paille après traitement. Toutes les pailles ont été distribuées avec un aliment concentré.

Le traitement à la soude a augmenté la digestibilité des pailles distribuées à volonté respectivement de 10,5 et 15,7 points pour la matière organique et la cellulose brute. Les deux modes de traitements ont donné des résultats similaires. Simultanément le traitement à la soude a augmenté nettement les quantités de paille ingérées (+ 51 p. 100 avec le premier mode de traitement ; + 17 p. 100 avec la seconde méthode). Lorsque deux des pailles traitées ont été distribuées en quantités limitées au niveau des pailles non traitées leur digestibilité a augmenté encore de 9,3 points et de 6,6 points respectivement pour la matière organique et la cellulose brute.

Le traitement à la soude n'a pas modifié les durées journalières d'ingestion et de rumination, mais il a diminué très nettement leurs durées unitaires de mastication.

La mise en silo n'a pas modifié la valeur de la première paille traitée à la soude.

L'ensemble des résultats obtenus est discuté. Il est souligné en particulier que l'effet du traitement augmente lorsque la valeur alimentaire de la paille utilisée diminue et qu'il est mis en évidence surtout lorsqu'on limite la distribution de la paille après traitement.

J. ROBELIN. Relation entre l'espace de diffusion de l'eau lourde mesurée *in vivo* et le volume hydrique corporel des bovins en croissance. *Reprod. Nutr. Dév.*, 1982, 22 (1A), 65-73.

J.P. DULPHY; A. KOUASSI et A. BIENAIME. Etude de la valeur alimentaire des pailles de céréales traitées ou non à la soude. II. Influence de la nature du complément énergétique. *Ann. Zootech.*, 1982, 31 (3), 215-232.

La valeur alimentaire des pailles de céréales traitées ou non à la soude est influencée par la nature du complément énergétique avec lequel elles sont distribuées. Pour le mesurer nous avons conduit 3 essais avec des moutons. Dans le premier une paille traitée à la soude a été distribuée avec de l'ensilage de ray-grass d'Italie, de l'ensilage de pulpes de betteraves, de l'ensilage de maïs ou du maïs-grain. Dans le second une paille de blé non traitée a été distribuée avec du maïs-grain ou du fourrage vert très digestible. Dans le troisième une paille avant et après traitement à la soude a été distribuée avec un concentré à base de maïs ou avec de l'ensilage d'herbe.

Les quantités de paille ingérées par les animaux ont été les plus élevées en présence de maïs-grain. Elles ont diminué évidemment avec la valeur d'encombrement des compléments utilisés.

Par contre c'est en présence de maïs-grain que la digestibilité des pailles a été la plus faible.

Le fait de restreindre les quantités de pailles traitées distribuées limite l'effet de la nature du concentré sur leur digestibilité.

Dans deux essais on a en outre effectué un dosage fractionné des constituants membranaires pour mieux comprendre les mécanismes mis en jeu.

Les résultats obtenus sont discutés en insistant sur l'importance de la nature des glucides dans les compléments utilisés sur l'activité cellulolytique du jus de rumen et sur l'effet d'encombrement de ces compléments qui limite plus ou moins les quantités de paille ingérées et, par conséquent, l'intensité de leur digestion.

J.P. JOUANY, J. SENAUD. Influence des ciliés du rumen sur la digestion de différents glucides chez le mouton. I. Utilisation des glucides pariétaux (cellulose et hémicelluloses) et de l'amidon. *Reprod. Nutr. Dév..*, 1982, 22 (5), 735-752.

J.M. BESLE, M. DESRUT, P. THIVEND. Excrétion urinaire des glucides neutres et des glycoprotéines chez le veau préruminant recevant un aliment d'allaitement contenant de la farine de féverole. *Reprod. Nutr. Dév.*, 1982, 22 (6), 881-888.

D. GAUTHIER, M.R. BLANC, M. PETIT, J. PELLETIER. FSH and LH variations in beef cows during the postpartum period. *Reprod. Nutr. Dév.*, 1982, 22 (2), 283-290.

Résumé. Pour étudier l'évolution des gonadotropines plasmatiques après parturition, 9 vaches ont subi des prélèvements de sang toutes les 20 min. pendant 12 h, 3 fois entre 5 et 50 jours postpartum. Les dosages hormonaux ont été effectués par radioimmunologie.

Le moment de la première ovulation, obtenu à partir de l'analyse du niveau de progestérone plasmatique, varie de 30 à plus de 60 jours postpartum. Les niveaux moyens de FSH et de LH ne varient pas de façon significative en fonction de l'intervalle postpartum. Il en est cependant différemment si pour un jour postpartum donné les animaux sont répartis en 4 groupes définis de la façon suivante : groupe 1, tout animal ayant moins de 4 pulses de LH en 12 h et une moyenne de FSH plasmatique < 138 ng/ml ; groupe 2, tout animal ayant plus de 4 pulses de LH en 12 h, FSH indifférent ; groupe 3, tout animal ayant moins de 4 pulses de LH en 12 h et une moyenne de FSH plasmatique > 138 ng/ml ; groupe 4, tout animal ayant ovulé. Dans ces conditions, on observe une augmentation régulière des niveaux moyens de LH (2.46 à 3.56 ng/ml ; $P < 0.05$) et de FSH (120 à 159 ng/ml ; $P < 0.01$) du groupe 1 au groupe 3. Pour les animaux ayant ovulé (groupe 4) les niveaux diminuent. Les animaux changeant de groupe passent uniquement dans un groupe d'ordre supérieur mais jamais l'inverse. L'ovulation a lieu au plus tard 20 jours après l'entrée dans le groupe 2.

Ainsi, du fait de la variation du moment de la première ovulation après le part, l'intervalle postpartum ne permet pas de mettre en évidence une évolution hormonale moyenne alors que la répartition en groupes d'après des critères endocriniens montre bien un enchaînement d'événements conduisant à la première ovulation.

M. DOREAU, B. REMOND. Comportement alimentaire et utilisation digestive d'une ration de composition constante chez la vache laitière en fin de gestation et début de lactation. *Reprod. Nutr. Dév.*, 1982, 22 (2), 307-324.

Marie-Jeanne DAVICCO, E. VIGOUROUX, C. DARDILLAT, J.P. BARLET. Thyroxine, triiodothyronine and iodide in different breeds of newborn calves. *Reprod. Nutr. Dév.*, 1982, 22 (2), 355-362.

Résumé. La thyroxinémie (T_4), la triiodothyroninémie (T_3) et l'iodurémie ont été mesurées depuis la naissance jusqu'à l'âge de 30 jours chez 17 veaux Holstein × Frisons (HF), 7 veaux Salers et 7 veaux Charolais, nés à terme. La réponse de T_3 et T_4 à une injection d'hormone thyréotrope bovine (TSH) a aussi été mesurée chez 2 groupes de 9 veaux HF, âgés respectivement de 3 h et de 21 jours.

Chez les veaux HF, T_3 et T_4 s'élevaient depuis la naissance jusqu'à l'âge de 6 h (alors que la température rectale des animaux s'abaissait légèrement), puis diminuaient jusqu'au 7e jour, et restaient ensuite stables jusqu'à 30 jours. Chez les veaux Salers les variations de T_3 et T_4 n'étaient pas différentes de celles observées chez les animaux HF. Chez les veaux Charolais nous n'avons pas pu mettre en évidence d'augmentation significative de T_3 et T_4 après la naissance, et 12 et 24 h après celle-ci les taux plasmatiques des iodothyronines mesurés chez ces veaux Charolais étaient inférieurs à ceux trouvés chez les Frisons aux mêmes âges. Chez les Salers et les Charolais il existait une corrélation positive entre T_3 (ou T_4) à la naissance et poids de naissance, corrélation que nous n'avons pas retrouvée chez les veaux HF. Dans les 3 lots d'animaux l'iodurémie diminuait entre la naissance et 10 jours, puis restait stable jusqu'à 30 jours.

L'injection intraveineuse d'une même dose de TSH (5 mU par kg de poids vif) induisait une élévation de T_3 et T_4 plus intense chez les veaux de 21 jours que chez ceux âgés de 3 h.

J. GRIZARD, R. TOULLEC, P. GUILLOTEAU, P. PATUREAU-MIRAND. Influence de la cinétique d'évacuation gastrique de l'aliment sur l'insulinémie chez le veau préruminant. *Reprod. Nutr. Dév.*, 1982, 22 (3), 475-484.

Marie-Jeanne DAVICCO, J. LEFAIVRE, J.P. BARLET. Plasma iodothyronine levels in lambs during the perinatal period : influence of thyrotropin injection. *Reprod. Nutr. Dév.* 1982, 22 (3), 557-567.

Résumé. Les taux plasmatiques de thyroxine (T_4) et de triiodothyronine (T_3) ont été mesurés chez 7 brebis gestantes primipares et leurs 9 fœtus (cathétérisés chroniquement *in utero*) durant les derniers 37 jours de gestation et les 5 jours suivant la parturition. Les plus fortes thyroxinémie (14 ng/dl) et triiodothyroninémie (370 ng/dl) ont été mesurées chez les nouveau-nés 6 heures après la naissance.

Chez 7 fœtus de 139 jours, l'injection intraveineuse de TSH ovine (7 mU par fœtus) induisait une élévation de T_4 et T_3 plus intense que celle observée avec une dose analogue de TSH chez 7 fœtus de 130 jours.

Chez les agneaux nouveau-nés, l'élévation de la T_4 plasmatique consécutive à une injection de TSH ovine (3,5 mU par kg de poids vif) n'était pas différente chez 7 agneaux de 8 h et chez 7 agneaux de 36 h, mais elle était plus intense chez 7 agneaux de 120 h. L'élévation de la triiodothyroninémie consécutive à TSH augmentait avec l'âge des animaux entre 8 h et 120 h après la naissance.

En conclusion, les mesures de T_4 et T_3 réalisées sur les mêmes animaux avant et après la naissance confirment des résultats fragmentaires obtenus précédemment par d'autres auteurs. Nos résultats démontrent également que l'élévation des iodothyronines plasmatiques consécutive à une injection de TSH se fait plus intense en fonction de l'âge du fœtus et du nouveau-né, à l'exception des heures suivant la parturition où les taux plasmatiques de T_3 et T_4 sont élevés.

Reproduction, même partielle, interdite sans autorisation des auteurs et de l'Institut national de la Recherche agronomique

Directeurs de la Publication : C. MALTERRE et A. HODEN

I.N.R.A. Publications - Route de St Cyr - 78000 Versailles

Dépôt légal : *2ème trimestre 1983*

N° C.P.P.A.P. : 573 ADEP